

Anssi Ylisaukko-oja

**Ihmisvirtojen mittaaminen ja mittausdatan  
soveltaminen kauppakeskuksissa:  
Nykytilanne ja tulevaisuuden näkymät**

**Sähkötekniikan korkeakoulu**

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi  
diplomi-insinöörin tutkintoa varten Espoossa 23.10.2018.

**Työn valvoja:**

Prof. Jaakko Ketomäki

**Työn ohjaaja:**

Prof. Jaakko Ketomäki

Tekijä: Anssi Ylisaukko-oja		
Työn nimi: Ihmisvirtojen mittaaminen ja mittausdatan soveltaminen kauppakeskuksissa: Nykytilanne ja tulevaisuuden näkymät		
Päivämäärä: 23.10.2018	Kieli: Suomi	Sivumäärä: 7+54
Sähkötekniikan ja automaation laitos		
Professori: Älykkäiden rakennusten teknologiat ja palvelut.		Koodi: EEA
Valvoja: Prof. Jaakko Ketomäki		
Ohjaaja: Prof. Jaakko Ketomäki		
<p>Tässä diplomityössä selvitetään, mitä erilaisia ihmisvirran mittaamistekniikoita ja ihmisvirtadatan sovelluksia on käytössä kauppakeskuksissa kirjallisuuden ja haastattelututkimuksen avulla. Lisäksi selvitetään syitä kauppakeskuksen valinnalle, mittaamisen syitä ja miten ihmisvirtojen mittaamista hyödynnetään ja sovelletaan kauppakeskuksissa nykypäivänä ja tulevaisuudessa.</p> <p>Tulokseksi saatiin, että nykypäivänä kauppakeskuksessa käytetään yleisesti kuorilaskennassa valokennosensoreita, lämpö- tai 3D-kameroita . Uusimmissa kohteissa käytetään lisäksi WiFi-seurantaasiakkaiden kulkureittien määrittämiseen sekä demografiakameroita määrittämään asiakkaiden ikää ja sukupuolta. Demografiatietoa voidaan välittää älykkäisiin medianäyttöihin tuottamaan kohdennettua mainontaa. Ihmisvirtadatan sovelluksiin pääsi mm. tarpeenmukainen ilmastointi (DCV), joka säätää ilmastointia ihmismäärän tai hiilidioksiditasojen mukaan. Ihmisvirtojen mittaamisen lisäksi kauppakeskukselle on tärkeää asiakaskokemuksen mittaus ja on luotava positiivista asiakaskokemusta tunnelman avulla.</p>		
Avainsanat: Ihmisvirta, 3D-kamera, WiFi-seuranta, Tarpeenmukainen ilmastointi, Kohdennettu mainonta		

Author: Anssi Ylisaukko-oja

Title: Measuring people flow and utilizing people flow data in shopping centers: Current situation and future view

Date: 23.10.2018

Language: Finnish

Number of pages: 7+54

Department of Electrical Engineering and Automation

Professorship: Intelligent Building Technologies and Services.

Code: EEA

Supervisor: Prof. Jaakko Ketomäki

Advisor: Prof. Jaakko Ketomäki

This thesis defines different kinds of people flow measuring techniques in shopping centers and in what kind of applications people flow data is utilized. That is done through literature review and interviews. In addition, it is investigated what are the reasons to choose shopping centers, why is the people flow measured and how is the measuring people flow utilized and applied in shopping centers today and in the future. As a result, today in shopping centers it is commonly used photocell sensors, heat cameras and 3D cameras in core measuring. In addition in new shopping centers, WiFi counting and demographic cameras are used. It is common to utilize people flow data in demand controlled ventilation that adjust the air conditioning according to people amount. In addition to people flow measuring, it is common to measure customer experience and build positive customer experience.

Keywords: People flow, 3D camera, WiFi counting, Demand Controlled Ventilation

## Esipuhe

Haluan kiittää ohjaajaani Jaakko Ketomäkeä hyvästä ohjauksesta. Tämä prosessi lähti käyntiin tammikuussa 2018 ja kunnon kirjoitusvauhtiin päästiin vasta touku-kuussa, kun haastattelut oli tehty ja litteroitu. Jaakko oli aina tavoitettavissa ja sain vastauksia kysymyksiini. Haluan myös kiittää äitiäni Leena Ylisaukko-ojaa hyvästä tuesta, kannustuksesta ja eteenpäin potkimisesta. Lopuksi haluan kiittää haastat- teluista Valtteri Kujalaa, Antti Lappeteläistä, Petri Häliä, Minna Piirroista, Marjo Kankaanrantaa, Heli Vainiota, Veli-Pekka Mäkistä ja Siim Rosenthalia. Haastattelut sujuivat hyvin ja vastaukset toivat uutta näkemystä kirjoittajalle.

Anssi K. Ylisaukko-oja

# Sisällysluettelo

<b>Tiivistelmä</b>	<b>ii</b>
<b>Tiivistelmä (englanniksi)</b>	<b>iii</b>
<b>Esipuhe</b>	<b>iv</b>
<b>Sisällysluettelo</b>	<b>v</b>
<b>Lyhenteet</b>	<b>vii</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>1</b>
1.1 Tausta . . . . .	1
1.2 Tutkimusongelma . . . . .	2
1.3 Tutkimusmenetelmät . . . . .	2
1.4 Rajaus ja tavoite . . . . .	2
<b>2 Teoreettinen taustatutkimus</b>	<b>3</b>
2.1 Ihmisvirrat kauppakeskuksissa . . . . .	3
2.1.1 Kauppakeskuksen valinta . . . . .	4
2.2 Ihmisvirran mittaamisen teknologiat . . . . .	6
2.2.1 Kävijälaskentasensorityypit . . . . .	8
2.2.2 Ihmisvirtojen analysointi konenäöllä . . . . .	13
2.2.3 Ihmisvirtoihin reagoiva medianäyttö . . . . .	13
2.2.4 Ihmisvirran seuraaminen lähiverkkojen avulla . . . . .	15
2.3 Yksityisyyden suoja . . . . .	16
2.3.1 Vähittäis- ja verkkokauppojen keräämät tiedot asiakkaista . . . . .	17
2.3.2 Datan keräämisen vaikutus kuluttajien tietosuojaan . . . . .	17
2.4 Ihmisvirtadatan sovellukset . . . . .	19
2.4.1 Kävijämäärän laskenta . . . . .	19
2.4.2 Jonojen hallinta . . . . .	20
2.4.3 Tarpeenmukainen ilmastointi . . . . .	21
2.4.4 Evakuointi . . . . .	23
2.4.5 Liukuportaiden suorituskyvyn arviointi . . . . .	24
<b>3 Haastattelututkimus</b>	<b>25</b>
3.1 Haastateltavat . . . . .	26
3.2 Aihepiirit ja haastattelutulokset . . . . .	27
3.2.1 Kauppakeskuksen valinta . . . . .	28
3.2.2 Liikkeiden valinta . . . . .	29
3.2.3 Ihmisvirtojen huomionti suunnittelussa . . . . .	30
3.2.4 Ihmisvirtojen vaikutus myyntiin . . . . .	31
3.2.5 Mittaamisen syyt . . . . .	32
3.2.6 Ihmisvirran mittaamisen tekniikat . . . . .	32
3.2.7 Paras sensori . . . . .	33

3.2.8	Ihmisvirtadatan käyttö ja sovellukset . . . . .	34
3.2.9	Ihmisvirtaan reagoiva medianäyttö . . . . .	35
3.2.10	Yksityisyyden suoja . . . . .	35
3.2.11	Tulevaisuus ja muut käyttökohteet . . . . .	36
<b>4</b>	<b>Yhteenveto ja ratkaisut</b>	<b>37</b>
4.1	Haastatteluiden yhteenveto . . . . .	37
4.2	Haastatteluihin pohjautuvat ratkaisut . . . . .	38
4.2.1	Kameroiden käyttö ja mainosten kohdentaminen ihmisvirta- analyysissa . . . . .	41
4.2.2	WiFi-seuranta . . . . .	42
4.2.3	Sensorien ja yhteyksien kehitys . . . . .	42
4.2.4	Tarpeenmukainen ilmastointi ihmisvirtadatan mukaan . . . . .	43
4.2.5	Kiinteistön ylläpidon ja valvonnan automatisointi . . . . .	44
4.2.6	Asiakaskokemuksen vaikuttaminen . . . . .	45
4.2.7	Kauppakeskuksen menestyksen optimointi: Vuokrahinnan dy- naaminen malli sekä tunnelman rakentaminen . . . . .	46
4.3	Työn tavoitteiden arviointi . . . . .	47
<b>5</b>	<b>Loppusanat</b>	<b>48</b>
<b>6</b>	<b>Lähdeluettelo</b>	<b>50</b>

## Lyhenteet

DCV	Tarpeenmukainen ilmastointi
CAV	Vakioilmamääräilmastointi
WLAN/WiFi	Paikallisalue verkko
RFID	Radiotaajuus tunnistaminen
PIR	Passiivinen infrapunatunnistin
GDPR	Yleinen tietosuoja-asetus

# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta

Tässä diplomityössä tarkastellaan ihmisvirtojen mittaamista ja sen sovelluksia kaupakeskuksissa nykypäivänä ja esitetään myös tulevaisuuden näkymiä. Ihmisvirtoja on tutkittu laajalti tutkimuksissa jo pitkään, mutta kaupakeskusympäristössä tutkimus on ollut vähäistä. Nykytilanteen ja tulevaisuuden näkymä saadaan haastatteleamalla eri toimijoita kaupakeskusympäristössä.

Työn tarkoituksena on antaa kuva erilaisista ihmisvirran mittaamistekniikoista sekä sovelluksista kaupakeskuksissa. Mittaustekniikoiden ja sovellusten tilannetta arvioidaan haastatteluissa saatujen vastausten perusteella. Mietitään, onko sovellus tai tekniikka nykyään yleisesti käytössä ja mikä on sen tulevaisuuden potentiaali. Myös SWOT-analyysin avulla tarkastellaan tekniikoiden vahvuuksia ja heikkouksia. Työssä pohditaan myös tekniikoiden ja sovellusten soveltuvuutta muuhun kuin kaupakeskusympäristöön.

Työn motivaattorina toimii kirjoittajan oma kiinnostus kävijälaskentaan ja sensoreihin. Hänen hyvällä ystävällään on yritys, joka tarjoaa vähittäiskaupoille ja kaupakeskuksille verkkokauppoja, toiminnanohjausjärjestelmiä sekä kävijälaskentaa. Kirjoittaja on sitä kautta päässyt mm. rakennusalan messuille ja Slush-tapahtumaan esittelemään ja kontaktoimaan potentiaalisia asiakkaita.

Työn alussa kirjoittajalla oli aika suppea näkemys ihmisvirroista ja niiden mittaamisesta. Haastattelujen myötä muodostui kokonaiskuva ihmisvirtojen mittaamisen tärkeydestä. Ihmisvirtoja mitataan monesta syystä mm. tuottamaan markkina-dataa vuokralaisille. Ihmisvirrat ovat myös suoraan verrannollisia kaupakeskuksen myyntiin. Niin sanottu "kuorilaskenta" kaupakeskuksen ovella ei kerro koko totuutta ihmisvirroista. Sen lisäksi tarvitaan myös muita seurantamenetelmiä, kuten mobiililaitteiden langattoman verkon (WiFi) käyttöön perustuvaa seurantaa. Tämän tekniikan miinuspuoli on se, että vain osa käyttäjistä pitää WiFiä päällä mobiililaitteissaan. Haastatteluissa nousi huoli kävijöiden yksityisyyden suojasta mm. kasvontunnistusta käyttävien mainosnäyttöjen ja lähiverkkoseurannan myötä. Tuli selväksi, että kasvontunnistuksenäytöt eivät tallenna käyttäjien kuvia rekisteriin eivätkä yksilöi kuvia. Kuvista otetaan vain tiedot iästä, sukupuolesta ja kasvojen eleistä.



## 1.2 Tutkimusongelma

Tämä diplomityö keskittyy ihmisvirtojen mittaamiseen ja mittausdatan soveltamiseen kauppakeskuksissa. Kysymyksiä, joihin vastaaminen on tämän työn tavoitteena.

1. Miten ihmisvirtoja mitataan kauppakeskuksissa?
  - Miksi ihmisvirtoja mitataan?
2. Miten ihmisvirtadataa sovelletaan?
3. Millaisia mittaamisratkaisuja tai sovelluksia voidaan nähdä tulevaisuuden kauppakeskuksessa?

## 1.3 Tutkimusmenetelmät

Kirjallisuuskatsaus, joka sisältää ihmisvirtojen seurannan tarpeet ja nykyisen teknologian yleisellä tasolla, ihmisvirtadatan sovellukset sekä kävijöiden yksityisyyden suojan. Haastatteluosuudessa haastateltiin kahdeksaa henkilöä. Haastateltavat olivat kauppakeskusten johtoa, osa laitevalmistajia ja myös ihmisvirta-analyysin asiantuntijoita.

## 1.4 Raja- ja tavoite

Kirjallisuuskatsauksessa käydään läpi syitä, miksi ihmiset tulevat kauppakeskukseen, miten ihmisvirtoja mitataan kauppakeskuksissa ja miten ihmisvirtadataa sovelletaan. Tässä osassa myös käydään läpi asiakkaiden yksityisyyden suojaa mittauksissa. Empiirisessä osassa haastatellaan kauppakeskusten edustajia ja laitevalmistajia. Tässä pyritään selvittämään tarkemmin ihmisvirran mittaamisen syitä, ihmisvirtojen vaikutusta myyntiin, nykyisiä mittaus- ja sovellusratkaisuja sekä tulevaisuuden ratkaisuja.

Työn päätavoitteena on selvittää yleisimmät ihmisvirtojen mittaamisen teknologiat kauppakeskuksissa, ja missä sovelluksissa ihmisvirtadataa hyödynnetään siellä. Osatavoitteena on arvioida nykyisten teknologioiden yleisyyttä ja tulevaisuuden potentiaalia kauppakeskuksissa. Lopuksi tavoitteena on valita kaikista potentiaalisimmat ratkaisut. Näitä arvioidaan SWOT-analyysin avulla.

## 2 Teoreettinen taustatutkimus

### 2.1 Ihmisvirrat kauppakeskuksissa

Nykyään yli puolet maailman ihmisistä elää urbaanissa ympäristössä. Ostoskeskukset, juna-asemat, lentokentät ja monet muut rakennukset vetävät puoleensa isoja ihmisvirtoja. Nämä ihmisvirrat pitää ohjata rakennuksen läpi mahdollisimman tehokkaasti.

Kauppakeskusten tarkoitus on toimia nykypäivänä viihdekeskuksina ja kohtaamispaikkoina ihmisille. Tästä syystä ne ovatkin sijoitettu liikenteen solmukohtiin, missä ihmisvirrat liikkuvat.

Turvallisuus on yksi tärkeimmistä näkökohdista ihmisvirtojen tutkimuksessa ja suunnittelussa. Tähän liittyvät vahvasti isojen ihmismäärien evakuointi hädän hetkellä. On tiedostettava isojen ihmisvirtojen liike ja ohjattava ihmiset ulos tehokkaasti useita vapaita hätäuloskäyntejä hyödyntäen. Hissien merkitys on huomattava evakuoinnissa.

Nykyaikaiset hissit sisältävät monia sensoreita ja ohjaamisohjelmiston liikuttamaan ihmisiä nopeasti ja tehokkaasti rakennuksessa. Hissit on tavallisesti jaettu käyttöryhmiin ja ryhmiä ohjaa hissiryhmän ohjausjärjestelmä. Moderni hissiryhmän ohjausjärjestelmä käyttää edistyneitä matemaattisia optimointi-algoritmeja viedäkseen matkustajat perille nopeasti ja ilman odotusta. Se hyödyntää myös henkilöliikenne-ennusteita sopeutuakseen mahdollisiin muutoksiin ja epävarmuuteen liikenteessä. Ohjausjärjestelmä laskee ihmisvirrat laskemalla kyydistä nousseet ja kyydistä jääneet ihmismäärät jokaisessa kerroksessa. Ohjausjärjestelmä muodostaa liikenne-ennusteen mittausten pohjalta ja käyttää sitä hyödyksi, kun lähettää hissejä kulkijoiden kutsuihin.[1]

Myös mukavuus, mainostaminen ja palvelutaso tarvitsevat huomiota. Kun ihminen kävelee ostoskeskukseen, hän näkee ensiksi tiettyjä kauppoja, kuulee tietynlaista musiikkia ja kokee tietyn tunnelman. Nämä kaikki ovat ennaltasuunniteltuja asioita. Samoin yksittäiset liikkeet houkuttelevat asiakkaita liikkeeseen erilaisin kampanjoin, edustavan brändin ja tunnelman avulla. Tämä ihmisvirtoihin vaikuttaminen on osana liikkeiden ja kauppakeskusten strategiaa. Ihmisvirtoihin siis pyritään vaikuttamaan niin kauppakeskuksen kuin yksittäisten liikkeiden toimesta. Mitä suurempi ihmisvirta on, sitä suurempi on myyntikin.

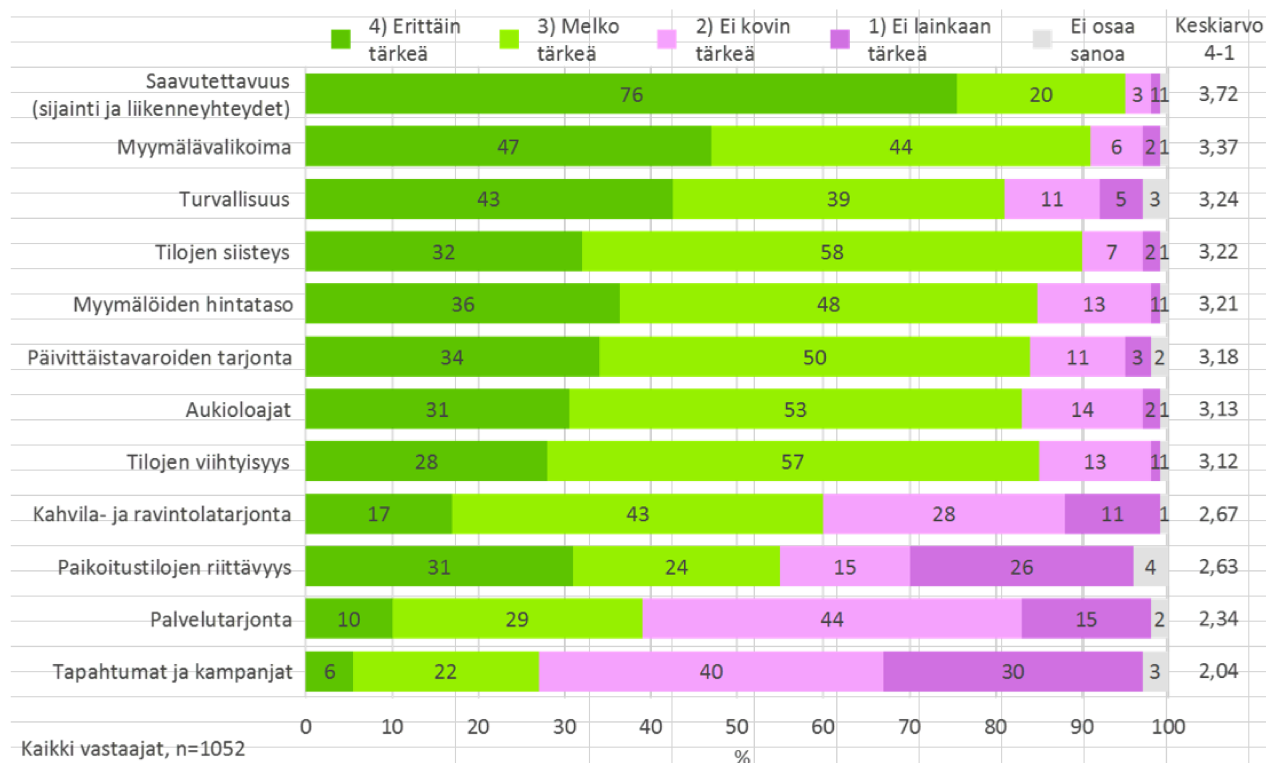
### 2.1.1 Kauppakeskuksen valinta

"Kuluttajan käyttäytyminen ostoskeskuksen valinnassa" on Veysel Yilmazin tehty tutkimus vuodelta 2004. [2, s.785-788] Tutkimus tehtiin etsimään tekijöitä, mitä kuluttajat harkitsevat, kun valitsevat ostoskeskusta, ja kehittämään mallin ostoskeskuksen valinnalle. Asiat, jotka vaikuttavat ostoskeskuksen valintaan, jaoteltiin seuraavasti.

1. A) Myytyjen asioiden ominaisuudet:
  - Brandinimet (A1)
  - Laatu (A2)
  - Matala hinta (A3)
  - Laaja valikoima (A4)
2. B) Henkilökunnan asenne ja käytös:
  - Myyntihenkilökunnan käytös (B1)
  - Henkilökunnan ystävällisyys (B2)
3. C) Maantieteellinen sijainti:
  - Kodin läheisyys (C1)
  - Helppo kulkaisuus (C2)
4. D) Hintojen laskeminen:
  - Maksuvaihtoehdot (D1)
  - Alennusmyynnit (D2)
  - Alennuskortit (D3)
5. E) Kauppakeskuksen valinta:
  - Naapurin suositus (E1)
  - Mainos (E2)
6. F) Säännöllisyys:
  - Hyvin organisoitu (F1)
  - Helppokulkaisuus ympäri ostoskeskuksen (F2)

Tutkimuksen mukaan 77 % käyttäjistä valitsivat kauppakeskuksen myytyjen tavaroiden ominaisuuksien kuten brändin, laatu, hinnan ja valikoiman mukaan, sekä ostoskeskuksen sijainnin mukaan.

Myös Taloustutkimus Oy:n teettämä tutkimus "Pääkaupunkiseudun kauppakeskukset 2018" näytti samanlaisia piirteitä kauppakeskuksen valinnassa [3].



Kuva 1: Kauppakeskuksen valintaan vaikuttaneiden tekijöiden tärkeys 2018

Tutkimuksesta kävi ilmi, että sijainti ja saavutettavuus on tärkein tekijä kauppakeskuksen valinnalle. Siksi on järkevää rakentaa kauppakeskus hyvälle paikalle hyvien liikenneyhteyksien varrelle huolimatta siitä, kuinka kallista se on. Toiseksi tärkein tekijä on myymälävalikoima. Kauppakeskukset on ajanviettopaikkoja ja arkisen asioinnin keskuksia, joiden täytyy tarjota laajasti erilaisia kauppiaita ja palveluita asiakkailleen. Turvallisuus on kolmanneksi tärkein asia. Kauppakeskuksen tulee viestiä tervetullutta tunnelmaa ja turvallisuutta. On oltava tarpeeksi paljon järjestyksenvalvontaa. Siisteys on seuraavaksi tärkeintä. Siivouksen tulee toimia 24/7-periaatteella. Viidennenksi tärkein näkökohta on myymälöiden hintataso. On oltava eri hintatasoisia liikkeitä.

## 2.2 Ihmisvirran mittaamisen teknologiat

Ihmisvirtojen ohjaaminen rakennuksissa on kasvattanut kiinnostusta monella alalla, mukaan lukien evakuoinnissa, liikennetekniikassa, ostoskeskusten hallinnassa, rakennuksen turvallisuudessa sekä tarpeeseen perustuvissa ohjaussovelluksissa. Ihmisvirran nopeuden mittaaminen tuottaa hyödyllistä dataa kauppakeskuksille arvioimalla ihmisjakaumia ja kehittämällä joukonhallinnan strategioita [4].

Sisätiloissa tapahtuva liikkeen mittaaminen voidaan jakaa kahteen osaan, ihmisten seurantaan ja ihmisvirran mittaamiseen tietyissä paikoissa. Ensimmäinen käyttää tunnistustapaa, kuten langatonta paikallisalueverkkoa (WLAN), Bluetoothia tai RFID-teknologiaa tunnistamaan asiakkaat toisistaan. Jotta seuranta toimisi, on vierailijan kannettava RFID-tunnistetta tai älypuhelin, jossa on tarvittavat langattomat ominaisuudet päällä. Tämä on kuitenkin vapaaehtoista, joten vain murto-osa kävijöistä voidaan seurata kauppakeskuksissa. Ihmisvirran mittaaminen ei anna tietoa ihmisten liikkeistä, mutta ihmisten ei tarvitse kantaa laitetta mukanaan. Täten saadaan kokonaismäärä ihmisistä eri osissa kauppakeskusta [5, s.16-17].

Ihmisvirtadataa saadaan käyttämällä kävijälaskentasensoreita, jotka mittaavat ihmisvirran nopeutta. Ihmisvirran nopeus on ihmisten lukumäärä, joka ohittaa sensorin tietyssä ajassa. On huomioitava, että mitä luotettavampaa dataa sensori tuottaa, sitä paremmat ovat tulokset dataa hyödyntävissä sovelluksissa. Aikaisemmat kävijälaskuri-tutkimukset on tehty pääosin ulkona. Kuitenkin löytyi tutkimuksia erilaisten kävijälaskurien suorituskyvyn vertailusta [6], sensoridatan hyödyntämisestä määrittämään ihmismäärän tietyllä alueella [7] ja lopuksi kävijämäärän hyödyntämisestä mallintamaan tarpeenmukaista ilmastointia [8]. Lisäksi tutkittiin liukuporaiden energiankulutusta [9].

Seuraavia sensorityyppejä käytetään kävijälaskentaan ja liiketunnistukseen.[10, s.227-228]

1. Ilmapainesensorit: mittaavat ilmanpaineen muutosta kun ovia avataan.
2. Kapasitiiviset: havaitsevat ihmiskehon kapasitanssin.
3. Akustiset: havaitsevat ihmisen tuottamaa ääntä.
4. Valosähköiset: kohde katkaisee valonsäteen.
5. Optoelektroniset: havaitsevat muutoksen illuminanssissa.
6. Painematot: havaitsevat ohikulkijan paineesta.
7. Jännitysanturit: esimerkiksi venymämittarit upotettuina portaisiin.
8. Katkaisijat: sähköiset liittimet oviin.
9. Magneettiset katkaisijat: magneettiset liittimet oviin.
10. Infrapunaliikesensorit: ihmiset säteilevät lämpöä.
11. Mikroaaltosensorit: mikroaaltosäteet heijastuvat kulkijoista.

12. Ultraäänisensorit: ultraäänet heijastuvat kulkijoista.
13. Videoliikeanturit: videolaitteisto vertaa muistiin tallennettua stationaarista kuvaa tämän hetken kuvaan.
14. Laserilmaisimet: samantyyppinen kuin valosähköinen sensori, mutta käyttää lisäksi heijastajia.
15. Hankaussähköilmaisimet: havaitsevat ihmisten staattista sähköä.

### 2.2.1 Kävijälaskentasensorityypit

Fyysiset signaalit aktivoivat kävijälaskurisensoirin, kun sen ohi kuljetaan. Sen voi aktivoida visuaalinen havainto, lämmön erityy, signaalin heijastuminen kohteesta tai paine askeleesta. Ihmisvirtasensorit tai kävijälaskurit voidaan jaotella mittausmenetelmän mukaan. Kaupallisiin sensoreihin kuuluvat esimerkiksi infrapunavalokennosensorit, passiivi-infrapunatunnistimet (PIR), videokamerat, infrapunakamerat, laserskannerit, ultraäänitunnistimet, mikroaaltotutkat, piezosähköiset matot ja katkaisijamatot. Monet näistä sensoreista voivat tunnistaa kohteen liikkeen ja suunnan tai ne voidaan muokata tähän tarkoitukseen yhdistämällä kaksi samanlaista sensoria, lisäelektroniikkaa ja laskentaohjelmisto. Sensoreissa voi olla laskentaohjelmisto tai sitten laskentadata rekisteröidään datalokijärjestelmään. [6, s.5]

Kävijälaskurin valinta perustuu tarkkuuteen, luotettavuuteen ja käytännöllisyyteen. Sensorien hintaskaala on laaja. Usein sensorit, joilla on hyvä suorituskyyky, ovat myös kalliita [11, s.2-3]. Yksi tunnettu luku, joka esittää ihmisvirran laskusuoritusta, on laskuvirheluku  $\epsilon$ .

$$\epsilon = \frac{C - M}{M} \times 100\%$$

,missä C on laskulukema sensorista ja M on manuaalinen laskutulos vastaavalta ajanjaksolta.

Yleisesti tarkasteltuna, negatiivinen laskuvirhe johtuu monimutkaisesta laskualgoritmista tai sensorin rajallisesta laskukyvystä. Ylilaskenta puolestaan johtuu yleensä valaistusolosuhteista mittauspaikassa. [5, s. 24]

Tiettyjen sensorityyppien kanssa, kuten videokameroilla nauhoitettaessa tai reaaliaikaisessa valvonnassa, täytyy ottaa huomioon yksityisyysasiat. Yksityisyysasiaa ajaa yleinen tietosuojasuoja-asetus (General Data Protection Regulation) [12].

Sensorit tulee kiinnittää oikeaan asennuskorkeuteen toimiakseen kunnolla. Videokamerat tarvitsevat riittävän valaistuksen ja infrapunakameroita pitää suojata voimakailta lämpötilavaihteluilta ja ilmapirroilta. Sensorit pitää suojata myös vandalismilta. [6, s. 5]

Aktiiviset optiset valonsädesensorit perustuvat infrapunaan tai näkyvään valoon. Ne ovat pieniä, kevyitä, ei-lämpötilaherkkiä ja niillä on usein säädettävä mittausviive estämään ylilaskentaa esimerkiksi käden heilautuksesta. Infrapunasensoreilla on matala tehonkulutus, ja täten ne voivat toimia paristoilla. Sensoreilla on lähetin, joka säteilee tasaisesti infrapunaa ja vastaanotin, joka vastaanottaa säteen. Kun kohde katkaisee säteen, lukema rekisteröidään datalokiin. Lähetin ja vastaanotin voivat olla eri kotelossa eri puolilla mitattavaa reittiä. Kun ne ovat samassa kotelossa, tarvitaan erillinen heijastaja. Reitti lähettimen ja vastaanottimen tai heijastajan välillä pitää linjata tarkasti, koska sensori voi altistua mekaaniselle liikkeelle. Kahden säteen sensoreilla saadaan tietoa myös kohteen kävelysuunnasta, mutta valonsädesensorit eivät voi laskea kävelijöitä, jotka kulkevat vierekkäin. [13, s.9-10]

Asentamalla monia tuplasädesensoreita riviin yläpuolelle kävelyreittiä vastaan, on mahdollista rekisteröidä useita rinnakkain kulkevia jalankulkijoita . Pääongelma tässä järjestelyssä on, että miten arvioida todellinen ihmismäärä, sillä yksi henkilö voi laukaista usean sensorin. Infrapunasäderivejä käytetään leveillä käytävillä isoissa rakennuksissa kuten rautatieasemilla. [14, s. 325]

Aktiiviset infrapunasensorit käyttävät matalaenergistä infrapunaenergiaa havaitsemisalueellaan. Ne havaitsevat heijastuneen valon voimakkuuteen kohteesta ja pysyvät erottamaan jalankulkijat ja pyöräilijät toisistaan. Sensorit tarvitset erilliset havaitsemisalgoritmit kävelijöille ja kulkuneuvoille ja ovat herkkiä huonoille sääolosuhteille. [15, s. 5]

PIR-sensorit havaitsevat ohimenevän kohteen infrapunasäteilyn. Ominaisuudet ovat samanlaiset aktiivisten infrapunasensorien kanssa, mutta PIR-sensorit kuluttavat vähemmän energiaa. Niiden mittauskantama on riippuvainen kohteen infrapunaominaisuuksista. Lisäksi, yhtäkkiset muutokset valoisuudessa voivat lisätä virhelaskuja. Sensorit perustuvat yleensä pyrosähköiseen teknologiaan ja niissä on säädetty lämpöraja. Tuplasensorit voivat havaita liikkeen suunnan, mutta niillä on hankaluuksia erottaa vierekkäisiä kulkijoita. [13, s. 11]

Kuvassa 2 Muratan infrapuna sensorit.



Kuva 2: Muratan PIR-sensorit. [16]

Piezosähköinen matto tuottaa sähköisen signaalin, kun sen päälle astutaan. Matto tarvitsee vain vähän signaalinkäsittelyä ja fyysisen kontaktin kohteen kanssa. Piezosähköistä sensoria käytetään usein muiden sensorien kanssa parantamaan mitaustulosta. [17, s. 4]

Piezosähköiset sensorit pystyvät erottamaan pyöräilijän ja jalankulkijan signaalin ominaisuuksien perusteella. Useita sensoreita voidaan yhdistää mittaamaan isompi alue, ja ajastinta voidaan käyttää poissulkemaan ylilaskenta tapauksessa, jossa henkilö astuu useamman askeleen matolla. [13, s. 13]

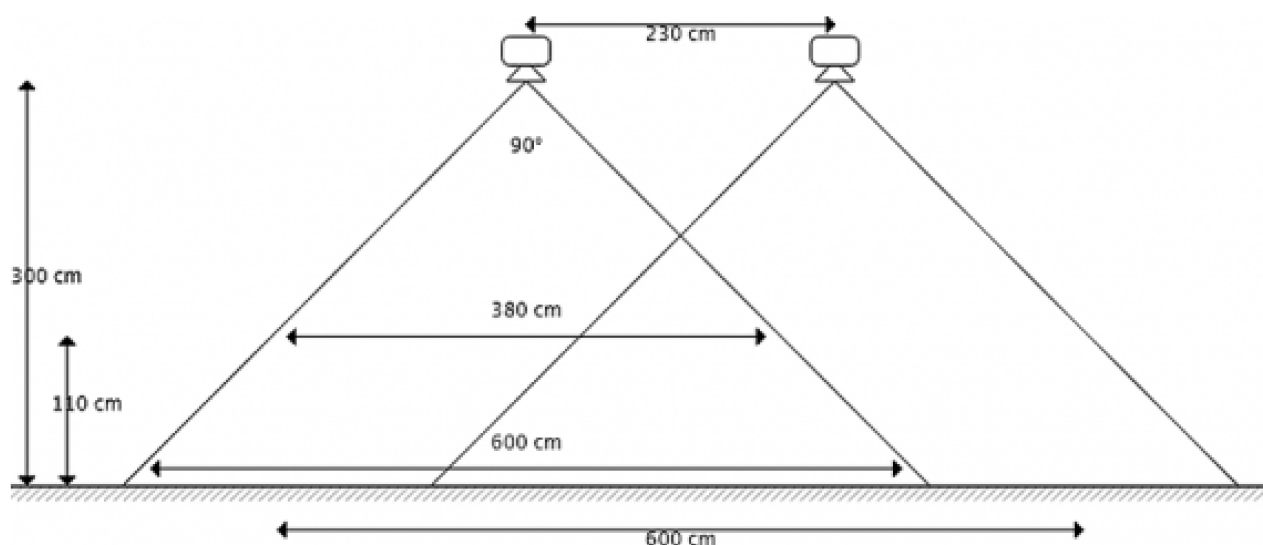
Videokamerasensorit käyttävät kuvankäsittelytekniikkaa vähentämään staattista taustaa, seuraamalla jäljellä olevia kohteita, määrittämään niistä jalankulkijat ja laskemaan ne. Muutokset valaistuksessa, jalankulkijoiden vaatetuksessa ja varjot voivat olla haasteellisia konenäölle. Tästä syystä kamerat usein laitetaan seuratta-



van alueen yläpuolelle. Videotallennuksen manuaalinen hallinta ja automaattinen laskenta voidaan nähdä etuina. [13, s. 16]

Videokamerat ovat sopivia rakennuksissa, missä on paljon ihmisvirtaa, vaikkakin ne saattavat alilaskea kävijät vilkkaissa paikoissa. Vaadittu kuvankäsittely vaatii paljon laskentatehoa. Liikeeseen perustuva havainnointi vähentää tehokkaasti väärrien havainnointien määrää, mutta se havainnoi huonommin paikallaan olevia ihmisiä kuin muotoon perustuva havainnointi. Stereokamerat ovat hyvä valinta tarkan etäisyyden mittauksissa. [17, s. 7] Automaattisten videokameroiden käyttö voi myös nostaa esille yksityisyyden suojan [18].

Kuvassa 3 nähdään Axis Communicationin kameralaskurit yhdelle ovelle tai kahden oven sisäänkäynnille. Leveälle sisäänkäynnille voidaan käyttää kahta toisiinsa synkronoitua kameraa. Kameroiden asennus ja konfigurointi vaatii tarkkuutta. Kahdella kameralla saadaan laskettua kävijöitä leveältä sisäänkäynniltä.



Kuva 3: Axis kamerasensorit kapealle ja leveälle sisäänkäynnille. [19]

Lämpöinfrapunakamerasensorit jaotellaan yleensä PIR-sensoreihin, sillä ne eivät lähetä infrapunasäteilyä, mutta vastaanottavat lämpösäteilyä kohteista. Silti ne eroavat perusteellisesti PIR-sensoreista, koska ne prosessoivat aktiivikuvaa ja voivat erottaa useita jalankulkijoita samaan aikaan. Infrapunakamerat voivat menettää laskentatarkkuutta korkeilla vierailijatiheyksillä. Useita infrapunakameroita voidaan linkittää yhteen kattamaan laajempi alue. [13, s. 11-12] Infrapunakamera voi paremmin havainnoida haastavissa valaistusolosuhteissa kuin tavallinen kamera. [17, s. 8]

Pulssiultraäänisensorit lähettävät pulssimaisia aaltoja ja mittaavat heijastuneen kaiun etenemistä. Jatkuvat ultraäänisensorit lähettävät ultraääniaaltoja jatkuvasti ja käyttävät Dopplerin periaatetta kohteen paikantamiseen. Dopplerin periaatetta voidaan käyttää määrittämään kohteen nopeus ja suunta, mutta sillä ei voi paikantaa paikallaan olevia kohteita. Suositeltu asennus ultraäänisensoreille on suoraan alaspäin tai vaakasuunnassa kohti mitattavaa aluetta. Jalankulkijoiden vaatteet ja

vaihteleva lämpötila vaikuttavat mittaukseen, sillä äänen nopeus vaihtelee lämpötilan ja väliaineen mukaan. [17, s. 4-5]



Kuva 4: Muratan ultraäänisensorit. [20]

Mikroaaltotutkien toimintaperiaate on samanlainen kuin ultraäänisensorien. Ne lähettävät radioaaltoja ja havaitsevat muutoksia liikkuvista kohteista heijastuneista aalloista. Mikroaaltotutkat ovat suhteellisen pieniä ja ne voidaan asettaa mittamaan sekä ajoneuvoja että jalankulkijoita. Niissä on myös säädettävä havainnoimisaikaväli. [21, s. 14-20]

Ultra-leveän kaistan tutkasensorit lähettävät ja vastaanottavat äärimmäisen lyhytkestoisia radiotaaajuuspurskeita. Erilaiset mikroaaltosensoriteknologiat vaativat yksinkertaisempaa signaalinkäsittelyä kuin konenäkö ja voivat toimia erilaisissa ympäristöolosuhteissa. Mikroaaltosensorin voi piilottaa radioaaltoja läpäisevän esineen taakse ja sitä voidaan käyttää jaottelemaan kohteita heijastuneen signaalin tehospektrin perusteella. [17, s. 5-6]

Ultraääni- ja mikroaaltotutkasensorit eivät ole näyttäneet tyydyttävää tulosta jalankulkijoiden laskentasovelluksissa. [14, s. 325]

Laserskannerit lähettävät infrapunalaserpulsseja havainnoimaan heijastuksia kohteista käyttäen lennonkesto-menetelmää, missä etäisyys kohteeseen on suoraan verrannollinen aikaväliin pulssin lähetyksen ja vastaanoton välillä. Yksi skanneri kattaa kokonaisen 360-asteen kulman. Riippuen skannerista, skannaus voidaan tehdä vaaka- tai pystysuunnassa. Välimatkan mittaustarkkuus skannereissa ovat senttimetrin suuruusluokassa ja atsimuutti kulman tarkkuus on välillä 0.25-1 astetta riippuen skannaustaajuudesta. Vaakasuuntainen laserskanneri, valmistajana Sick AG, voi mitata kohteita 15 metrin säteellä. Pystysuuntainen laserskanneri LASE PeCo kattaa 26 metriä leveän kaistan ja voi jaotella jalankulkijat pituuden mukaan. [13, s. 14-15]

Ylöskiinnitetyt laserskannerit käyttävät kahta pystysuuntaista pituusprofiilia mitaamaan kulkijoita ja niiden kävelysuuntaa. Asennuskorkeutena on 15 metriä ja 26

metriä leveä laskentalinja on mahdollinen. Laserskannerit maksavat useita tuhansia euroja ja ovat näin kalliimpia sensoreita ihmisvirtojen mittaamiseen. Ne ovat hyviä vaihtoehtoja mittaamaan kävijöitä käytäville joiden leveys on yli 5 metriä. Lähelle sijoittuneet kulijat jäävät laskematta jopa laserskannereilla. [14, s. 325]

Mekaaniset laskurit pitävät sisällään saranoidut kävelysillat, kääntöportit, portit, ovet ja portaat. Ne ovat halpoja, helppoja rakentaa ja pitää yllä. Ne voidaan asentaa olemassa oleviin rakenteisiin. Kuitenkin, niiden liikkuvat osat ovat herkkiä kulumiselle ja vandalismille. [6, s. 7-8]

Paineanturit sisältävät paineilmaputkia, sensorikaapeleita, painelautoja ja venymäantureita. Paineantureilla on säädettävä herkkyys ja laskentaviive pois-sulkemaan väärät laskut. Ne kuluttavat myös vähän energiaa. Niiden toimintaan vaikuttaa lämpötilan muutokset. [21, s. 14-20]

Kapasitiiviset ja sähkökenttäsensorit mittaavat muutosta sähkökentässä varattujen elektrodien välillä. Ne eivät ole kosketuksissa, mutta niiden toiminta-alue on liian pieni käytännölliselle jalankulkijoiden mittaamiselle. [17, s. 12]

Perinteisen manuaalisen laskennan tarkkuus on riippuvainen yksittäisen havainnoitsijan tarkkaavaisuudesta ja tarkkailtavan alueen kompleksisuudesta. Manuaaliset havainnot tarvitsevat vain vähän suunnittelua ja ovat tehokkain tapa pienen määrän laskemiseen, erityisesti kun tarvitaan nopeita tuloksia. [14, s. 325]

Videonauhoitukset sallivat laskutapahtumien toistamisia ja hitaasti katselua ja täten parantavat tarkkuutta. Kamerate tarvitsevat sähköä ja ovat alttiina vandalismille. Manuaaliset kenttä- ja videolaskureita käytetään kalibroimaan automaattiset kävijälaskurit. [21, s.14-20]

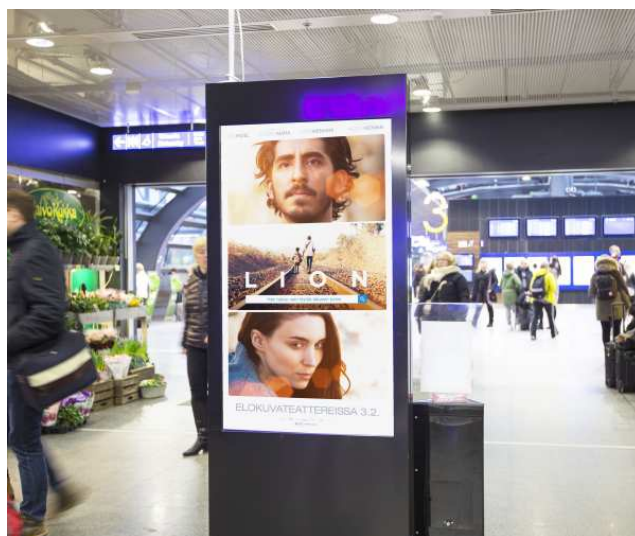
### 2.2.2 Ihmisvirtojen analysointi konenäöllä

Konenäköä voidaan käyttää ihmisvirtojen seurantaan ja analysoimiseen. Sitä käytetään mm. valvomiseen videovalvonnassa ja turvajärjestelmissä. Automaattinen monitorointi valvontalaitteissa on yksi ensimmäisistä konenäön sovelluksissa. Monitorointia halutaan paikkoihin, missä on ja kulkee suuria määriä ihmisiä. Kauppakeskusten lisäksi tätä on käytetty lentokentille, raja-aseilla ja metroasemilla. Teknologiaa käytetään mm. laskemaan ihmisten lukumäärä suuresta joukosta, ihmisvirtojen tutkimiseen sekä ruuhka-analyysissa. [22, s. 90]

Valvonnan tärkeys tuo esille uudenlaisia sovelluksia. Konenäön avulla voidaan jo tunnistamaan erilaisia toimintatapoja ja käyttäytymistä. Näin voidaan tunnistaa epäilyttävää toimintaa tai käyttäytymistä. Kontrollointia eli ohjaamista voidaan käyttää interaktioon esimerkiksi peleissä, jotka ovat ohjattavissa käyttäjän käsien liikkeiden mukaisesti.

### 2.2.3 Ihmisvirtoihin reagoiva medianäyttö

Kauppakeskukset pyrkivät jatkuvasti parantamaan toimintaansa kilpaillakseen verkkokauppojen kanssa. Osana parannustoimenpiteitä kauppakeskukset ovat ottaneet käyttöön medianäyttöpalvelun. [23, s. 17] Medianäyttöpalvelun avulla kauppakeskukset pystyvät parantamaan viestintäänsä ja mainontaansa. [24, s.17-18]



Kuva 5: Clear Channel medianäyttö kauppakeskus Dixissä. [25]

Verkkokauppa on edellä tavallisia kauppoja ja kauppakeskuksia asiakkaiden seurannassa. Kauppakeskusten kauppaliikkeet pystyvät seuraamaan asiakkaiden ostokäyttäytymistä vasta jälkikäteen, kun asiakas on maksanut ostoksensa. Mainonta ja viestintä on perustunut taas tämän seurantamenettelyn tuloksiin eli nekin tapahtuvat vasta jälkikäteen. Tiedot ostoksista tallentuvat ostotapahtuman jälkeen kauppojen kassajärjestelmiin, jotka rekisteröivät tietoa siitä mitä asiakkaat ostavat. Kun

kanta-asiakaskortteja käytetään, saadaan tietoa asiakaskohtaisesti. Verkkokaupoissa taas asiakas tunnistetaan heti, kun asiakas siirtyy verkkokauppaan tai kirjautuu siihen. Seurannan perusteella voidaan kohdistaa mainoksia ja viestintää asiakkaalle. Medianäyttöpäalvelut kasvavat nopealla tahdilla maailmassa. Medianäyttöpäalvelun avulla voidaan tehostaa liiketoimintaa kauppakeskuksissa. Medianäytöillä voidaan esittää sisältöä monipuolisesti. Sisältö voi olla interaktiivista ja sen on ajastettu. [23, s. 17-20]

Kauppakeskuksissa asiakkaiden kiinnostusten ennakkoinnilla ja tunnistamisella voidaan saavuttaa samanlaisia etuja, kuten verkkokaupassa. Etujen saavuttamiseksi on tunnistettava asiakkaiden ikä, sukupuoli, tyytyväisyys sekä kulkureitit kauppakeskuksissa. Tähän tarkoitukseen voidaan käyttää konenäköteknologiaa. Kone-näkösystemit pysyvät samanaikaisesti tunnistamaan useita kasvoja ja seuraamaan henkilöiden liikkeitä ja eleitä. Taulukossa 1 esitetään esimerkkejä konenäön käyttösovelluksista ja niiden toiminnoista medianäyttöpäalvelussa.

Taulukko 1:Konenäön käyttösovelluksia ja toimintoja medianäytössä. [23, s. 21]

Konenäön käyttösovellus	Käyttösovelluksen mahdollistamat toiminnot
Kasvojen tunnistus	Mainosten laukaisu kasvontunnituksen perusteella
Sukupuolen-ikä- ja etnisen taustan tunnistaminen	Kohdennettu mainonta
Kasvojen ilmaisun- ja ominaisuuksien tunnistaminen	Mainosten toimivuusmittaus
Älykäs medianäyttöjärjestelmä konenäöllä	Automaattinen mainonnan kohdentaminen perustuen oppimiseen
Käsien eleiden tunnistaminen	Interaktiiviset toiminnot ja kontrollointi

Sukupuolen, iän ja etnisen taustan perusteella voidaan kohdentaa mainontaa ja viestintää yksilökohtaisesti. Tämä voidaan toteuttaa medianäyttöjärjestelmässä siten, että mainokset ja tiedotteet ovat sukupuoli- ja ikäkohtaisesti laukaistuja. [26, s.1-3]

Kehittynyt kasvontunnistus pystyy jo tunnistamaan käyttäjän tunnetiloja. Pystytään tunnistamaan esimerkiksi onko yksittäinen käyttäjä iloinen vai surullinen. Näin ollen medianäyttöjärjestelmät pystyvät mainostamaan tunnetiloihin pohjautuen. [26, s.1-3]

Kehittyneillä tekniikoilla pystytään ilon ja surun lisäksi tunnistamaan muun muassa inhoa, pelkoa, yllätyneisyyttä ja vihaa. Ilmeiden tunnistamisen lisäksi pystytään tunnistamaan erilaisia ominaisuuksia kuten partaa ja viikset miehillä sekä silmälaseja ja erilaisia asusteita.

### 2.2.4 Ihmisvirran seuraaminen lähiverkkojen avulla

Ihmisvirtojen organisoiminen on iso ongelma isoissa rakennuksissa työskenteleville. Järjestelmät, joilla tietoa ihmistiheyksistä tukevat ihmisvirtojen ohjaus- ja hallintaprosessia ja voi vähentää matka-aikaa ja hallinnointikuluja. Tällaiset järjestelmät reagoivat ihmisten määrään esimerkiksi avaamalla lisäovia ja lippukauppoja. Automaattiseen virtatietoon perustuen, ihmisiä voidaan tiedottaa tiettyjen paikkojen ihmismäärästä ja tietyt ihmisvirrat voidaan ohjata vähäruuhkaisten reittien kautta ajan säästämiseksi. [27, s.1]

Viime vuosikymmenellä, WiFi-infrastruktuureja on asennettu moniin julkisiin rakennuksiin tarjoamaan internetin ja paikallisia palveluita vierailijoille. Kun älypuhelimet ja tabletit ovat lisääntyneet ihmisillä, yhä useampi käyttää WiFiä näillä laitteilla. WiFin lisääntynyt käyttö kaikille mahdollisena kommunikaatioteknologiana tarjoaa myös uusia mahdollisuuksia arvioimaan nykyisiä ihmisvirtoja ilman kalliita laitteistoasennuksia. WiFi sallii laitteiden jaksottaisesti lähettää tiettyjä hallintakehyksiä. Helppo ja matalakustanteinen valvontayksiköiden toteutus riittää passiivisesti keräämään WiFi-dataa ympäröiviltä ihmisiltä. Tätä valmiina olevaa aktiivisuustietoa hyödynnetään ihmisten paikannuksessa, seuraamisessa tai ihmistiheyksien arvioinnissa. Langaton paikallisalueen verkko (WLAN) tunnetaan paremmin WiFinä ja on määritelty standardissa IEEE 802.11. Sen toimintasäde on sisällä 35 metriä ja ulkona jopa 100 metriä riippuen ympäristöstä, WiFi-lähettimen tehosta ja käytetyn protokollan laajennuksesta. [27, s.2]

WiFin löytyminen sisältää kaksi mekanismia: passiivinen ja aktiivinen skannaus. Passiivi skannauksessa mobiililaitteet kuuntelevat viestejä yhteyspisteistä. Yhteyspisteet lähettävät merkkiviestikehyksiä joka 100. millisekuntti. Nämä kehykset lähetetään kanavalla, jossa yhteyspiste operoi. Sen takia mobiililaitte täytyy kuunnella eri kanavia löytääkseen yhteyspisteen passiivisesti. Aktiiviskannauksessa mobiililaitte lähettää viestejä kaikkiin kanaviin yksi kerrallaan. [27, s. 2]

Bluetooth on langaton viestintäjärjestelmä suunniteltu lyhyen matkan viestintään. Bluetooth operoi lisenssivapaassa ISM-taajuusalueessa. Se määritellään standardissa IEEE 802.15.1 Bluetoothiksi. Tyypillinen toimintasäde Bluetooth-yhteydellä matkapuhelimissa on noin 10 metriä. Bluetooth-yhteyksien järjestämiseen käytetään kyselytilaa. Laite, joka haluaa muodostaa yhteyden toiseen laitteeseen Bluetooth-yhteydellä, lähettää kyseleypaketin ja toinen laite, joka kuuntelee, voi vastata. Kyselyvastauskehys sisältää löydetyn laitteen Bluetooth MAC tunnisteen ja voi sisältää lisätietoa löydetystä laitteesta, kuten nimen. Laitteen tulee vastata kyselyihin paikantaakseen laitteita, mikä on ollut oletuksena puhelimissa. [27, s.2]

## 2.3 Yksityisyyden suoja

"En halua elää maailmassa missä kaikkea mitä teen, kelle puhun ja luon ja rakastan, nauhoitetaan. Yksityisyys merkitsee. Yksityisyys on sitä mikä määrittää meidät ja miksi haluamme tulla." sanoo Edward Snowden entinen CIA työntekijä. Hän paljastaa laajan salaisen Yhdysvaltojen hallituksen ohjelman laajasta internet- ja puhe- linvalvonnasta. Nämä paljastukset laittoivat tietosuojan tarkkailuun maailmanlaajuisesti. Yleinen tietosuoja-asetus (GDPR) otettiin käyttöön huhtikuussa 2016 ja sillä on seurauksia vähittäiskaupoille ja kauppakeskuksille. GDPR:n noudattamatta jättämisellä on suuremmat seuraukset ja korkeammat sakot. Datan keräämisessä noudatetaan Euroopan Unionin direktiiviä. [28, s. 1]

Vähittäiskaupoille ja kauppakeskuksille voi olla haastavaa tasapainoitella tietosuojan kanssa pysyen samalla kilpailukykyisinä. Kauppakeskukset tarvitsevat asiakastietoa toimittaakseen tavaroita asiakkaille, markkinoinnissa asiakasprofiilien tutkimiseen ja tuottaakseen henkilökohtaisia palveluita. [29, s. 1]

Kyky kerätä, analysoida ja vastata asiakkaiden tietosuojaan kasvaa tärkeäksi tekijäksi. Kauppakeskuksen tulee menestyäkseen olla riipuvainen suurista määrästä asiakastietoa saadakseen käsityksen nykyisistä ja potentiaalisista uusista asiakkaista. [30, s. 1]

Nykyinen teknologia tuo etuja ja haittoja asiakkaille. Eduiksi nähdään asiakkaiden kehittynyt ja henkilökohtainen palvelu. Haittoiksi voidaan nähdä, että asiakkaat eivät voi pysyä anonyymeinä enää ja asiakastieto voidaan jakaa kolmansille osapuolille kuten mainostajille. [31, s. 1]

Monia tutkimuksia on tehty tietosuojasta henkilö-, alue- ja kansallistasolla [32, 33]. Kuitenkin puuttuu ymmärrystä järjestöllisestä lähestymistavasta mm. minkälaista tietoa kerätään ostoksista kaupoissa ja verkossa ja miten tämä vaikuttaa tietosuojaan. Joitain tutkimuksia on olemassa järjestötasoisesta tietosuojasta [32] ja miten yritykset käsittelevät sensitiivistä henkilötietoa [34].

Tutkimukset tietosuojasta eivät ole osoittaneet laajempia järjestöllisiä tai hallinnollisia kysymyksiä. On olemassa yhteensopimattomuus järjestöjen tai tutkijoiden näkemyksissä. Järjestöt ovat kiinnostuneita tietosuojasta, mutta tutkijat harvoin käsittelevät tämän tasoista analyysia tietosuojasta tutkimuksissaan. [35]

Anders Presthus esittää kaksi tutkimuskysymystä tutkimuksessaan "Tietosuoja ja vähittäiskaupan hallinnointi": Minkälaista tietoa vähittäiskaupat keräävät kaupoista verrattuna verkkokauppihin ja miten tämä vaikuttaa asiakkaiden tietosuojaan. [28]

### 2.3.1 Vähittäis- ja verkkokauppojen keräämät tiedot asiakkaista

#### Kaupat

Kaupoissa käytetään videovalvontaa estämään varkauksia ja tämä on informoitu asiakkaille. Valvonnan tyypistä ja käytöstä voidaan olla eri mieltä. Kuitenkin yleisesti voidaan olla sitä mieltä, että se on tarpeellista ja pakollista turvallisuus syistä kunhan se tehdään huolella. Videoanalyysiä käytetään myös perinteisen valvonnan lisäksi. Se on monipuolinen tapa valvoa ihmisvirtaa. Sitä voidaan kutsua myös älykkääksi videoanalyysiksi tai kuva-analyysiksi. Ihmisvirta-analyysi on tapa käyttää videoanalyysiä määrittämään ajan mukaan asiakkaan kulkureitti kaupan läpi. Analyttikko tai automaattinen analysointijärjestelmä vertailee sitten kulkureittejä ja tuottaa yleisiä kulkureittimalleja. [28, s. 1976]

Kävijämäärien laskentajärjestelmät tuottavat anonyymiä, kokonaismäärädataa asiakkaiden määrästä. Kun ne yhdistetään kassarekistereihin, saadaan tietoa ostosten määrästä ja keskimäärä ostoksista. Lisätietoa voisi asiakasmäärästä tietyissä alueissa mm. mitkä ovat kaupan "kuumat alueet", mihin asiakkaat liikkuvat niiden jälkeen ja kuinka moni käytti portaita liukuportaiden sijasta. Bluetooth Beaconien käyttö on lisääntymässä kauppakeskuksissa ja kaupoissa. Beaconit ovat pieniä Bluetooth lähettimiä, joita käytetään mm. sisänavigoinnissa rakennuksissa. Kauppakeskukset voivat tarjota asiakkailleen mm. ilmaista puhelinten latausta, jos asiakkaalla on sovellus käytössä ja Bluetooth kytketty päälle. [28, s. 1977]

#### Verkkokaupat

Verkkokaupat käyttävät pääasiallisesti Google Analytics-ohjelmaa ja Adobe Analytics-ohjelmaa verkkosivuilla kävijöiden seurantaan. Adobe Analytics käyttää pysyviä ja istuntopohjaisia evästeitä, joista käyttäjiä informoidaan internet-sivuilla. [28, s. 1977]

### 2.3.2 Datan keräämisen vaikutus kuluttajien tietosuojaan

Tässä kappaleessa esitellään Richard Masonin kehittämä PAPA-viitekehys [36]. PAPA tarkoittaa yksityisyyttä (Privacy), tarkkuutta (Accuracy), omaisuutta (Property) ja tavoitettavuutta (Accessibility). Yksityisyys viittaa tietoon, minkä asiakas haluaa antaa tiedon kerääjälle. Tarkkuus viittaa yritysten vastuuseen tiedon tarkkuudesta ja täsmällisyydestä. Omaisuus viittaa tiedon omistamiseen ja vaihtamiseen organisaatiossa. Tavoitettavuus viittaa siihen, mitä tietoa organisaatiolla on oikeus käyttää ja tallentaa. [28, s. 1977]

#### Yksityisyys

Presthus löysi tutkimuksessaan, että asiakkaat haluavat antaa heidän demografia-tietoja tehdessään ostoksia kaupoissa. Verkkokaupat keräävät demografista-tietoa asiakkaista, jos he luvoat tilin verkkokauppaan tai tekevät ostoksen. Yksi Presthusin



case-yrityksistä antoi asiakkaiden valita pysymään anonyymeinä, mutta tarvitsee silti nimen ja osoitteen toimittaakseen tuotteet postitse. Toinen case-yrityksistä sanoi, että kaikki mitataan, mitä voidaan mitata. [28, s. 1978]

### **Tarkkuus**

Tietojärjestelmien, jotka keräävät ja tallentavat asiakastietoa, pitäisi noudattaa tarkkuutta, kun niitä käytetään analysoimiseen ja päättämiseen. Teknologiset saavutukset antavat organisaatioille mahdollisuuden kerätä tietoa useammalla tavalla kuin ennen, mutta se myös rajoittaa aitojen normien muodostamista yhteisössä. [28, s. 1978]

### **Omistaminen**

Masonin huoli tiedon omistuksesta liittyy tiedon ottamisesta asiakkailta ja liittämällä se älykkäisiin järjestelmiin. Organisaatiot laajentavat keskittymistään analytiikkaan. Tiedon omistus on myönnetty pääkonttorille ja sieltä se jaetaan sopiville henkilöille. Presthusin tutkimus näytti, että data pysyy organisaatiossa ja sitä ei jaeta kolmansille osapuolille. [28, s. 1978]

### **Tavoitettavuus**

Tavoitettavuus koskee yksilön pääsyä tietomateriaaleihin ja tietoteknisiin työkaluihin, jotka tallentavat ja prosessoivat tietoa. [36]. Organisaatioissa tämä tarkoittaa työntekijöiden pakkoa suorittaa yksityisyys- ja turvallisuuskursseja. Presthus toteaa, että tämä on vähiten sovellettava PAPA-viitekehyksestä. Tavoitettavuus oli tärkeää 1986 vuonna, kun PAPA julkaistiin. Tietotekniikan kehitys voi osittain selittää tavoitettavuuden vahvistumisen nykypäivänä. [28, s. 1978]

## 2.4 Ihmisvirtadatan sovellukset

Jussi Kuutti kertoo kävijäensensoreista tohtorin väitöskirjassaan "Käyttäjämukautuva ympäristö- Sensorien ja sovellusten soveltuvuus parantamaan sisäenergia tehokkuutta, mukavuutta ja hyvinvointia". Työssä esitellään laajasti monia sensoreita, sekä tarkastellaan kävijälaskureiden käyttökohteita kuten kävijämäärän laskenta huoneissa, tarpeeseen perustuva ilmastointi ja liukuportaiden suorituskyvyn arvionti. [5]

Sen lisäksi löytyi Yan Wangin tekemä tutkimus WiFin käytöstä ihmisjonojen mittaamisesta ja Juha-Matti Kuusisen tutkimus ihmisvirroista evakuoinnin aikana.

### 2.4.1 Kävijämäärän laskenta

Kävijämäärän laskentaa voidaan käyttää markkinointitarkoituksiin, tarpeeseen perustuvaan ilmastointiin sekä turvallisuussovelluksissa. [37]

Kävijämäärän laskentaan käytetään edellämainittuja ihmisvirtasensoreita ja myös hiilidioksidiantureita. Erilaisia malleja on luotu ennustamaan rakennusten kävijämäärää kävijälaskurien perusteella. Jopa langattomien verkkojen radiosignaalien epäsäännöllisyyttä, rakennuksen tietoverkon aktiivisuutta ja sähkönkulutusta sekä ihmisten läsnäolon mittausta on tutkittu. [5, s. 27]

Alueen kävijämäärän määrittäminen on taipuvainen kumulatiiviseen virheeseen johtuen eroavaisuuksista sensoreissa mittaamassa samaa aluetta. Virhe kasvaa ajanmittaan ja saa aikaan kasvavan tai laskevan virheen kävijätilastoissa. Tästä syystä on käytettävä älykkäitä algoritmeja kävijämäärien määrittämiseen.

Jussi Kuutti rakensi testiympäristön Aalto Design Factorin kahvihuoneeseen [5, s. 28]. Dataa mitattiin kolmiomittaus rajakytkimen avulla. Kun kolmiomittausrajakytkin laski alakanttiin ohimenevät kävijät, käytettiin kokonaisvirheessä miinusmerkkiä. Kävijämäärä nollattiin, joka päivä keskiyöllä.

### 2.4.2 Jonojen hallinta

Jonojen hallinta on tärkeää monissa liiketoiminnoissa. Huvipuistoissa pitää hallita jonoja laitteille, lentokentillä tarkkaillaan jonoja turvatarkastukseen, kauppakeskuksissa ja vähittäistavarakaupoissa jonoja seurataan ihmisten mennessä maksamaan ostoksiaan. Jos näitä jonoja ei hallita tehokkaasti, aiheuttaa se huonompaa asiakastytyvääisyyttä, epätehokasta resurssien hallintaa ja liikevaihdon menetystä. Siksi on tarpeellista seurata jonojen statistiikkaa reaali-aikaisesti ja ymmärtää jonojen syntymisen kehitystä ajan mukaan. Automattiset videon seuranta-analytiikat mahdollistavat jonojen suunnittelun seuraamista. [38, s. 2]

Jonojen hallinnoimiseen voidaan käyttää useita tekniikoita, kuten kamerapohjaista tunnistusta [38, s. 2], infrapunaa ja tutkaa [39, s. 1 ], askelmattosensoria [40, s. 1] ja bluetoothtekniikkaa [41, s. 1]. Kamerapohjaisissa sensoreissa tulee kysymykseen kävijöiden yksityisyys. Myöskin erikoissensorit kuten Bluetooth vaativat usean laitteen asentamista eri paikkoihin, jotta pitkän jonon mittaaminen onnistuu. Tämä lisää laitekustannuksia ja asennuskuluja. [42, s. 10-13]

Wangin mukaan, yksi hyvä vaihtoehto jonojen mittaamiseen on WiFi-seuranta. Käyttämällä yhtä WiFi-monitoria ihmisjonon alussa, mobiililaitteen lähettämä signaalin voimakkuus WiFi-monitoriin vastaa tiettyä kuviota. Tämä on riippuvainen etäisyydestä WiFi-monitorin ja mobiililaitteen välillä. Signaalin voimakkuus vahvistuu, kun käyttäjä kulkee kohti monitoria. Kun käyttäjä saa palvelua, on signaali voimakkaimmillaan ja kestää näin palvelun keston ajan. Kun käyttäjä saa asiansa valmiiksi ja lähtee, signaalin voimakkuus tippuu dramaattisesti.[42, s. 10-13]

### 2.4.3 Tarpeenmukainen ilmastointi

Tarpeenmukainen ilmastointi säättää tuuletustasoa sisäilman epäpuhtauksien, kuten hiilidioksiditasojen mukaan. Minimi ulkoilman ilmavirta annetaan yleensä tuuletuslaitteiston ja alueen pinta-alan mukaan. Tämä ilmavirta huomioi materiaaleista lähtevät sisäilman haitalliset partikkelit ja sitä täydennetään lisä ulkoilmavirralla jokaista henkilöä kohden. Tällä tavoin tuuletus voidaan säätää nykyisen alueen kävijämäärän mukaan. Kun kävijämäärä on matala tai kävijöitä ei ole, ilmastointijärjestelmä voidaan asettaa minimi ilmavirralla.

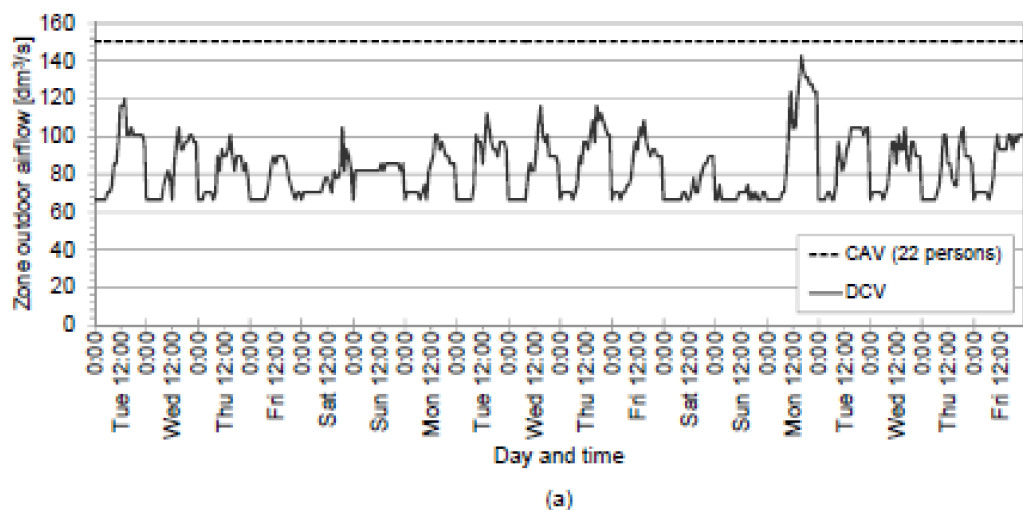
Tarpeenmukaisella ilmastoinnilla voidaan saavuttaa hyväksyttävä sisäilman laatu ja samaan aikaan säästää energiaa. [5, s. 30-31] Hyödyt ovat huomattavia yliilmastoiduissa tiloissa, joissa on korkeat ja vaihtelevat kävijämäärät ja missä on paljon kävijälähtöisiä ilman epäpuhtauksia.[43, s. 42-48]

Vähentämällä ulkoilman tarvetta, tarpeenmukainen ilmastointi voi vähentää energiankulutusta kiinteistön lämmityksestä tai viilentämisestä. Tarpeenmukaisen ilmastoinnin ohjaamiseen voidaan käyttää hiilidioksidisensoria tai dataa kävijälaskurista. Kun CO<sub>2</sub>-sensorit ovat enemmän tai vähemmän takautuvia, kävijälaskureita voidaan käyttää realiaikaisesti ohjaamaan ilmastointia, kun kävijämäärät vaihtuvat. [44, s. 244-251] CO<sub>2</sub>-taso ei saavuta tasapainoa julkisissa rakennuksissa Fiskin tutkimuksen mukaan [45, s. 35-43].

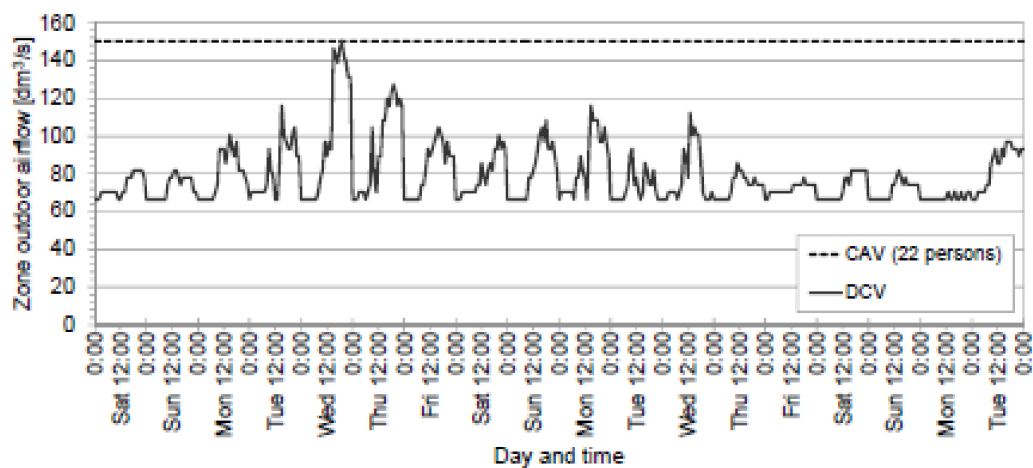
Edelliset tutkimukset ovat keskittyneet hyvin paljon hiilidioksidisensoripohjaisiin tarpeenmukaiseen ilmastointiin [45], [46], [47], mutta myös infrapunapohjaisia sensoreita hyödyntäviä järjestelmiä löytyy [48, s. 1-6]. Tulokset näyttävät, että käyttämällä sensoripohjaista tarpeenmukaista ilmastointia, saadaan huomattavaa energiansäästöä verrattuna vakioilmamääräiseen ilmastointiin. On näyttöä myös siitä, että DCV voi vähentää väsymystä ja päänsärkyä tietokonealueen käyttäjissä ja parantaa sisäilman laatua.

Jussi Kuutti vertaili artikkelissaan "Kävijälaskuriteknologioiden arviointi ja niiden potentiaali energiansäästöissä käyttämällä tarpeenmukaista ilmastointia" mm. vakioilmamääräilmastointia ja tarpeenmukaista ilmastointia. Tutkimuksessa otettiin alueelliset tuntikävijämäärät ja valittiin niiden avulla ilmavirrat kävijälaskurisen pohjaiselle tarpeenmukaiselle ilmastoinnille ja vakioilmamääräilmastoinnille. Mallinnettua tarpeenmukaista ilmastointia verrattiin sitten vakioilmamääräilmastointiin, jotta voidaan löytää mahdolliset säästöt ilmansiirron energiankulutuksessa. [5, s. 30-33]

Ilmamäärät tarpeenmukaiseen ja vakioilmamäärä ilmastointiin valittiin käyttämällä ASHRAE Standardia 62.1-2013. Tässä tutkimuksessa ihmismäärä oli 0-22 ihmistä ja lattian pinta-ala 74 m<sup>2</sup>. Tunneittain mallinnetut ulkoilmavirrat, käytettäessä kävijälaskuriin perustuvaa tarpeeseen perustuvaa ilmastointia ja vakioilmamäärä ilmastointia, näytetään kuvassa 6. Kuvasta huomataan, että DCV säättää ilmavirtaa kävijämäärän mukaan. Pienemmällä ihmismäärällä tarvittava ilmamäärä on selvästi vakioilmamääräilmastointia matalampi. Vain aikoina, joissa ihmismäärä on suuri, lähellä 22 ihmistä, ilmamäärät ovat lähes samat molemmilla ilmastointityypeillä. Ihmismäärien vaihdellessa DCV on CAV:ia tehokkaampi ja energiatyötävämpi vaihtoehto ilmanvaihtoon.



(a)



(b)

Kuva 6: Tarpeenmukainen ilmastointi verrattuna vakioilmamääräilmastointiin 5 viikon mittausjaksolta toimistossa. [5, s. 30]

Kauppakeskuksissa tilanne on hieman erinlainen kuin toimistorakennuksissa, mutta samoja toimintatapoja voidaan soveltaa. Kauppakeskus voidaan jakaa alueisiin. Jokaisella alueella on omat ihmisvirtasensorit/  $\text{CO}_2$ -sensorit sekä ilmastointilaitte. Kun kävijämäärä tai hiilidioksidilukema ylittää tietyn rajan, voidaan ilmastointia alueella tehostaa.

#### 2.4.4 Evakuointi

Kun ihmisiä evakuoidaan rakennuksessa, ihmiset ovat osana isoa ihmisjoukkoa liikumassa kohti uloskäyntiä. Ihmisjoukossa kaikilla tavoitteena on päästä ulos mahdollisimman nopeasti. Kuitenkin ihmiset eivät voi valita nopeinta poistumistietä. On huomattu, että ihmiset pyrkivät ulos tutuista uloskäynneistä, vaikka nopeampia poistumisteitä on tarjolla. Toinen huomio on, että ihmiset seuraavat poistuessaan toisiaan, mikä vaikuttaa poistumistien valintaan. [49, s. 8]

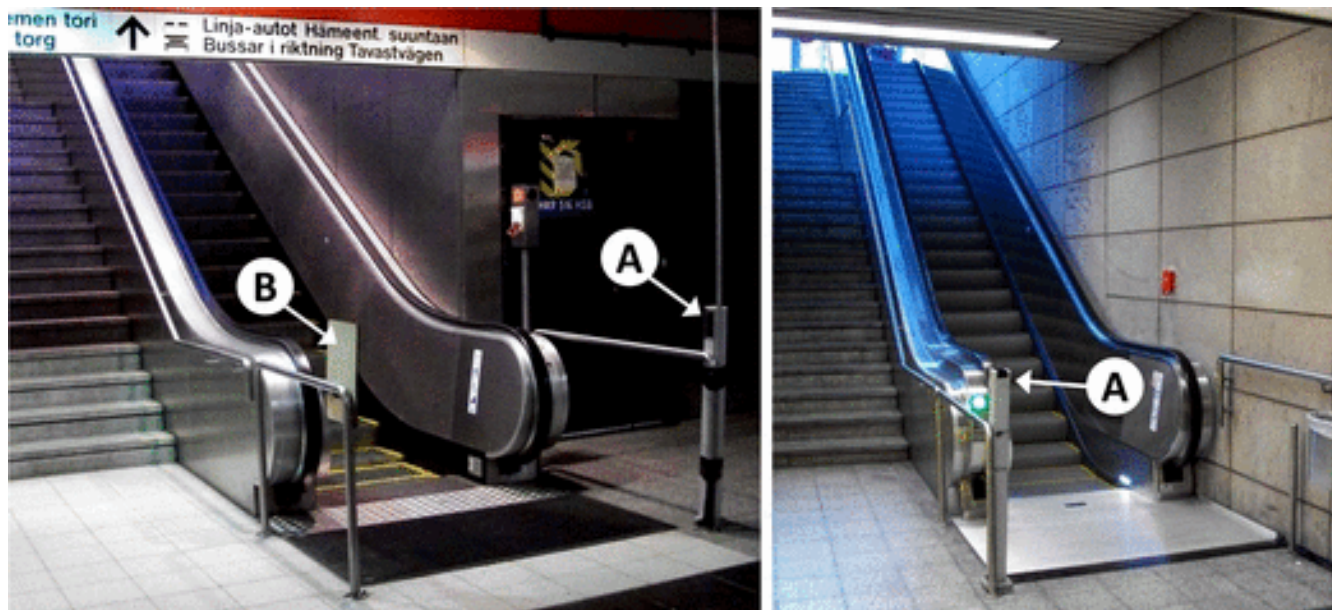
Jalankulkijoiden poistumistien valinta on tärkeässä roolissa agentti-pohjaisissa evakuointi-simulaatiomalleissa, missä suositeltu poistumistie valitaan säännön tai edistyksellisen algoritmin perusteella. Agentit voivat valita lähimmän poistumistien tai havainnoida tehdäkseen optimaalisen ratkaisun. [50, s. 113-134]

On kuitenkin kyseenalaista, osaavatko ihmiset tehdä optimaalisia ratkaisuja hädän hetkellä. Hädän hetkellä tieto prosessoida ja tiedon saanti voi olla rajoitettua. Vaikka ihmiset ovat kiireisiä hätätilanteissa, paniikki on epätodennäköistä. [51, s. 59-73]

### 2.4.5 Liukuportaiden suorituskyvyn arviointi

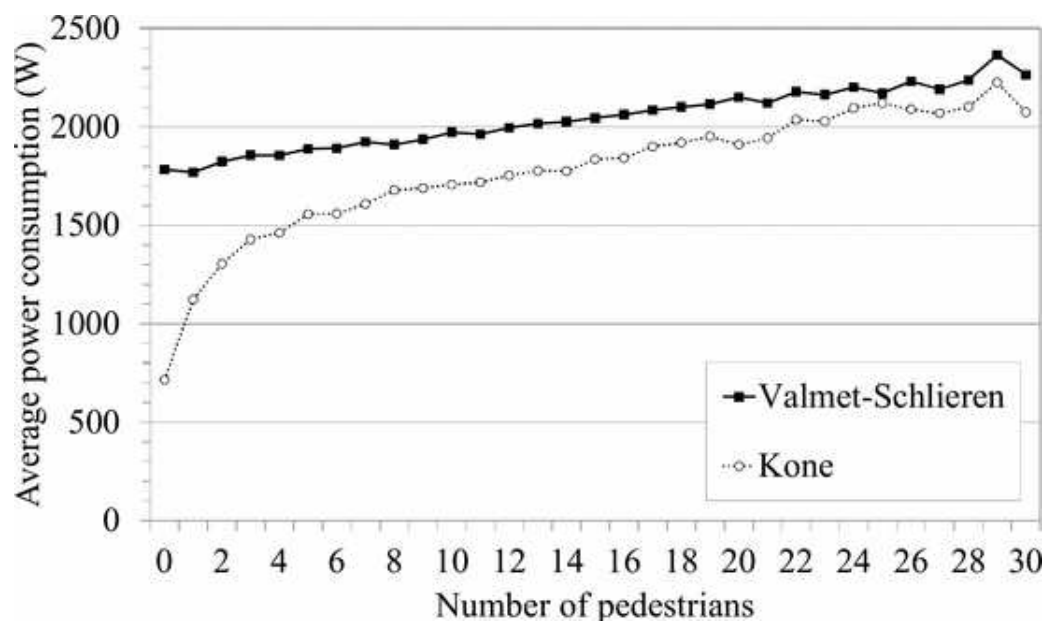
Liukuportaiden käytössä kuluu hukkaan energiaa vaihtelevien kävijämäärien vuoksi. Nykypäivän liukuportaissa on energiansäästösominaisuuksia, useimmiten auto-off-säätö ja automaattinen kaksinopeus-säätö. Ensimmäinen kytkee liukuportaat pois päältä ja toinen laskee liukuportaiden nopeutta, kun niissä ei ole ketään. Automaattinen kaksinopeus liukuporrasjärjestelmä voi kuitenkin nostaa nopeutta vähemmällä energialla, kun matkustajia saapuu liukuportaisiin. Vielä älykkäämpi energiansäästö pitää liukuportaiden nopeuden muuttumattomana, mutta liittää käytetyn jännitteen liukuportaiden moottorin kuormaan. Edellämainittu energian säästö on niin sanottua tarpeeseen perustuvaa ohjausta. [5, s. 34-35]

Jussi Kuutti tutkii artikkelissaan "Liukuportaiden energian kulutus verrattuna kävijämäärien laskudataan" kävijämäärien ja liukuportaiden energian kulutuksen yhteyttä [52, s. 1-4]. Tutkimuksessa käytettiin kahta ylöspäin menevää liukuporrasa Hakaniemen metroasemalla Helsingissä. Vanhempi liukuporras (Valmet-Schlieren, 1977) käytti auto-off-säätöä ja uudempi (Kone, 2011) kaksipuolista automaattista kaksinopeus säätöä ja auto-off-säätöä. Koneen liukuporras oli myös varusteltu taajuusmuuttajalla nopeuden säätöön. Kävelijöiden laskentaan käytettiin suuntaherkkää kolmionmittaus rajakytkintä (TPS 210, Cedes, Landquart, Switzerland), joka oli kytkettynä erikoisvalmistaiseen lokijärjestelmään.



Kuva 7: Testipaikka ja testiliukuportaat: Valmet-Schlieren (vasen) ja Kone (oikea). [52, s. 3]

Tuloksista voidaan nähdä, että Koneen liukuportaat ovat enemmän energiatehokkaat erityisesti vähäisillä kävijämäärillä. Kuitenkin kävijämäärät olivat eri suuruusluokkaa liukuportaissa. (Valmet-Schlieren noin 22000, Kone noin 8000).



Kuva 8: Keskiarvo tehon kulutus liukuportaissa jalankulkijoiden funktiona. [52, s. 3]

### 3 Haastattelututkimus

Haastattelututkimuksen tarkoituksena on saada laaja-alainen näkemys ihmisvirroista kauppakeskuksissa ja sen aihepiiriin liittyvistä teemoista. Haastattelu oli puoli-strukturoitu. Siinä esitettiin 14 kysymystä haastateltaville maaliskuussa 2018. Haastateltavia oli 8. Keski-arvo haastattelun pituus oli noin 30 minuuttia, lyhyimmän ollessa 20 minuuttia ja pisimmän ollessa 40 minuuttia. Litteroinnissa käytettiin yleiskielistä litterointia, jossa puhekorjataan yleiskieliseksi ja täytesanat jätetään pois.



### 3.1 Haastateltavat

Haastatteluissa oli tarkoitus kaavoittaa kauppakeskusympäristön eri osapuolten näkemyksiä ihmisvirroista ja niiden mittaamisesta kauppakeskuksessa. Haastateltaviksi valittiin kauppakeskusten edustajia, laitevalmistajia ja erityisesti ihmisvirta-analyysiin perehtynyttä yritystä.

Työn haastateltavina olivat:

- Valtteri Kujala, CEO, Valfi Oy
- Antti Lappeteläinen, CTO, Visit Intelligence Oy
- Petri Häli, Kauppakeskusjohtaja, Ideapark Oulu
- Minna Piironen, Service Manager Smart People Flow Services, Kone
- Marjo Kankaanranta, Kauppakeskusjohtaja, Sello
- Heli Vainio, Markkinointipäällikkö, Redi
- Veli-Pekka Mäkinen, Kauppakeskuspäällikkö, Zeppeliini
- Siim Rosenthal, Kauppakeskusjohtaja, Iso Omena

### 3.2 Aihepiirit ja haastattelutulokset

Aihepiirit rakentuivat ennen haastatteluita ja kehittyivät haastatteluja tehdessä. Aihepiirit käytiin läpi yhdessä ohjaajan, Jaakko Ketomäen kanssa. Ensimmäisen haastattelun jälkeen kysymykset hieman muuttuivat, mutta vakiintuivat sen jälkeen.

Kysymyksiä mietittäessä lähdettiin liikkeelle kysymyksellä "Mikä saa ihmiset tulemaan kauppakeskukseen?" ja "Miten liikkeet saavat houkuteltua asiakkaan kauppaan?". Sitten mietittiin, miten ihmisvirrat huomioidaan kauppakeskuksen suunnittelussa. Pohdittiin myös sitä, miten ihmisvirrat vaikuttavat myyntiin kauppakeskuksessa. Tästä päästiin ihmisvirran mittaamistekniikoihin. Sen jälkeen lähdettiin miettimään mittauksen tarkoitusta. Tästä päästiin ihmisvirtadatan käyttöön ja sen soveltamiseen. Sen jälkeen kysyttiin yleistä mielipidettä ihmisvirtaan reagoivaan medianäyttöön, joka tekee kohdennettua mainontaa. Tästä oli hyvä siirtyä yksityisyyden suojaan. Lopuksi kysyttiin kehitysideoita ja mahdollisia muita käyttökohteita.

Haastatteluiden aiheina olivat:

- Kauppakeskuksen valinnan ja liikkeiden valinnan syyt
- Ihmisvirtojen suunnittelu
- Ihmisvirtojen vaikutus myyntiin
- Mittaamisen syyt ja tekniikat
- Ihmisvirtadatan käyttö ja sovellukset
- Ihmisvirtaan reagoiva medianäyttö
- Yksityisyyden suoja
- Tulevaisuus ja muut käyttökohteet

### 3.2.1 Kauppakeskuksen valinta

Kysymykset kuuluivat,

- Mikä saa ihmiset tulemaan kauppakeskukseen?
- Miten kauppakeskus houkuttelee asiakkaita?

Kysymysten tarkoitus oli kartoittaa tietoa, millä perusteella asiakkaat valitsevat kauppakeskuksen.

Yksi tärkeimmistä syistä kauppakeskuksen valinnalle on sijainti. Hyvä sijainti on yleensä julkisen liikenteen solmukohdassa, missä ihmisvirrat ovat suuria. Yhdysvalloissa kauppakeskukset on rakennettu halvalle maalle moottoritien viereen, koska siellä maa on halpaa. Nykypäivänä kauppakeskukset ovat siellä vaikeuksissa. Suomessa kauppakeskukset on kaavoitettu julkisen liikenteen solmukohtiin. Kauppakeskukset ovat myös hyvien liikenneyhteyksien päässä, johon on helppo tulla autolla. Ilmainen parkkeeraus on myös yksi motivaatiotekijä.

Ankkurikauppojen avulla pyritään houkuttelemaan asiakkaita ostoksille. Ankkurikaupoilla tarkoitetaan isojen ketjujen liikkeitä, joilla on paljon asiakasvirtaa. Monesta kauppakeskuksista löytyy isoja hypermarketteja, joissa ihmiset asioivat useamman kerran viikossa, ja myös isoja muotiketjujen liikkeitä.

Yksi syy, miksi ihmiset tulevat kauppakeskuksiin, on se, että nykypäivänä kauppakeskukset toimivat ajanviettokeskuksina, jonne on helppo tulla. Ajanviettokeskuksiin ei tulla vain ostoksille, vaan siellä vietetään aikaa mm. perheen kanssa. Petri Häli Ideaparkista toteaa, - "Kauppakeskukset ovat viimeisen 10 vuoden aikana muuttuneet ajanviettokeskuksiksi, ei pelkästään shoppailuun, vaan sinne lähdetään perheen kanssa. Siellä käydään shoppailemassa, syömässä ja vietetään aikaa lasten huvipuistossa."

Sellon Marjo Kankaanranta kertoo, että Sellosta on tulossa arkisen asionnin paikka eli kaupunkikeskus ennemmin kuin kauppakeskus. Nousussa ovat julkiset ja kaupalliset palvelut.

Ruoka on yksi asia, mikä liikuttaa ihmisiä, sanoo Minna Piironen Koneelta. "Ihminen käy syömässä monta kertaa päivässä. Ostoksilla käydään aika paljon harvemmin." Kauppakeskuksessa pitää siis löytyä houkuttelevat kahvila- ja ravintopalvelut, missä ihmiset haluavat syödä.

Nykypäivänä Helsingissä ihmisten reitin varrelle osuu monta kauppakeskusta. Sen lisäksi internet ja verkkokaupat tarjoavat nopealla toimituksella tavaraa kotiin. Voittaakseen asiakkaat puolelleen, on kauppakeskuksen onnistuttava rakentamaan oikeanlaisen tunnelman äänimiljöön, valaistuksen ja teemojen avulla. Tunteisiin vetoaminen on tärkeää, koska voidaan sanoa aivotutkimuksen perusteella, että 90 % päätöksen teossa tapahtuu tunteiden avulla, kertoo Redin markkinointipäällikkö Heli Vainio.

Heli kertoo esimerkin viinikaupasta, jossa soitettiin tavallisen musiikin sijasta saksalaista torvimusiikkia. Huomatiin, että saksalaisten viinien myynti kasvoi.

Heli jatkaa, että oikean äänimiljöön ja valaistuksen avulla vaikutetaan siis asiakkaiden tunteisiin. Näiden avulla pystytään järjestämään erilaisia teemapäiviä. Rosanauhapäivänä on vaaleanpunainen valaistus ja sen värinen äänimaisema sekä tietoa

Rosanauhasta. Halloweenina taas on oranssi valaistus ja äänimiljöönä kummitusjutuja. Tästä päästään kauppakeskuksen yllätyksellisyyteen, mitä asiakkaat innolla odottavat. He voivat miettiä, mitähän se kauppakeskus tänään tarjoaa. Kun vaikutetaan tunteisiin, voidaan muistuttaa asiakkaita tulevista ja tärkeistä päivistä. Asiakkaat ovat kiitollisia, kun heitä on muistutettu. Rakennuttajat saattavat ajatella kauppakeskusta erilaisten teknisten ratkaisujen kautta, mutta se ei riitä. Pitää pystyä vaikuttamaan asiakaskokemukseen tunnemaailman kautta.

### 3.2.2 Liikkeiden valinta

Kysymys kuului,

- Millä tavoilla saa ihmiset houkuteltua kauppaan?

Kauppakeskukset toimivat nykyään ajanviettokeskuksina ja pyrkivät tuottamaan asiakkaalleen hyvää asiakaskokemusta. Pienoiskoossa liikkeiden on tehtävä samoja asioita kuin kauppakeskusten ja tarjottava asiakkaille hyvää asiakaskokemusta.

Liikkeiden on oltava kutsuvan näköisiä. Tämä saadaan aikaan tyylikkäällä fontilla, hyvällä valaistuksella ja tyylikkäällä sisäänkäynnillä. Liikkeet pystyvät houkuttelemaan asiakkaita mainosnäyttöjen avulla, joissa voi mainostaa tarjouksista. Myös erilaisten kuulutusten avulla voidaan saada ihmiset houkuteltua kauppoihin.

### 3.2.3 Ihmisvirtojen huomionti suunnittelussa

Kysymys kuului,

- Miten ihmisvirrat huomioidaan kauppakeskuksen suunnittelussa?

Uutta keskusta luotaessa pyritään miettimään tarkasti, miten liikkeet sijoitetaan. Mitkä liikkeet tulisi sijoittaa sisäänkäyntien viereen, mihin eri ravintolat ja kahvilat sijoitetaan sekä mihin tulee lasten huvipuisto. Ankkuriliikkeet huomioidaan niin, että siellä ihmiset käyvät päivittäin. Suunnittelun tarkoitus on saada tasaista ihmisvirtaa joka paikkaan, ja päästrategia on saada ihmiset kiertämään kauppakeskus mahdollisimman laajasti. Jos ei tule autonomista asiakasvirtaa, sen alueen liikkeet eivät saa asiakkaita. Pitkiä käytäviä ja niin sanottuja "pussin periä" vältetään. Asiakkaiden on saatava tietää mitä on tulossa seuraavaksi. Asiakkaiden orientoituvuuden on oltava helppoa eli on pystyttävä ymmärtämään, miten kauppakeskus on rakennut. Tästä syystä Sello on suunniteltu avarasti, jotta voidaan nähdä helposti eri kerrosten välillä.

Redissä kauppakeskus on joka toisesta kerroksesta halki, kun huomioidaan metro, parkkihalli ja kävelytietaso. Kävelysillat yhdistävät halkaistuja tasoja. Yhteensä 40 liukuporrasta ja hissiä mahdollistavat ihmisten sujuvan liikkumisen.

Vanhemmissa kauppakeskuksissa on sovellettava ja optimoitava suunnittelua. Vanhat suunnitelmat eivät välttämättä päde nykypäivänä. Jos voisi suunnitella uudelleen, Veli-Pekka Mäkinen suunnittelisi vähemmän sisäänkäyntejä Zeppeliiniin. Tämä siksi, että ihmisvirtoja on tällöin helpompi seurata ja ohjata, kun ihmiset liikkuvat tarkkaan suunnitelluista sisäänkäynneistä ostoksille.

### 3.2.4 Ihmisvirtojen vaikutus myyntiin

Kysymys kuului,

- Miten ihmisvirrat vaikuttavat myyntiin ja liikevaihtoon?

Termillä "shopping hours" eli kävijämäärä kertaa asiakkaiden keskimääräinen viipymä, on suora korrelaatio kauppakeskuksen myyntiin. Näin toteaa Antti Lappeteläinen. Hän jatkaa, - "Kun mietittiin Kamppia ennen länsimetroa, saatiin suuri viipymä ja ihmisvirta johtuen liikenteen solmukohdasta." Viipymä on se, mitä kauppakeskuksen johto voi hallita ja työstää luomalla ravintolamaailmoja ja elokuvakeskuksia.

Kauppakeskuksen tehtävä on saada ihmiset kauppakeskukseen ja liikkeiden tehtävä on saada ihmisiä liikkeisiin. Jos ihmisvirta on suurta ostoskäytävillä, on suurempi todennäköisyys saada ihmiset liikkeisiin. Jos kauppa ei käy, voidaan miettiä toisiko uusi kahvila tai ravintola uutta ihmisvirtaa. Tästä hyötyy myös liikkeet. Hypermarketit houkuttelevat ihmisiä ostoksille ja niiden lähettävillä olevat liikkeet menestyvät yleensä myös. Liikkeiden vuokra määräytyy asiakasvirtojen ja liikevaihdon perusteella, joten olisi hyvä jos ihmisvirta olisi tasaista.

Heli Vainio sanoo, - "Huono liikeidea ja huono paikka kauppakeskuksessa on kuolemaksi. Sen takia vuokraustilanteessa kannattaa miettiä vuokralaisen etua. Vuokralaisen vaihtaminen tulee kaikille kalliiksi. Meidän etumme on löytää liikkeitä, joilla on riittävän hyvä liikeidea ja siinä kohtaa riittävät asiakasmäärät." Eli pelkkä hyvä paikka kauppakeskuksessa ei riitä takaamaan menestystä. Pitää olla suunniteltuna hyvä liikeidea ja lähdettävä tuottamaan asiakkaalle hyvää asiakaskokemusta.

### 3.2.5 Mittaamisen syyt

Kysymys kuului,

- Minkä takia ihmisvirtoja mitataan?

Ihmisvirtoja mitataan, jotta saataisiin parempi käsitys siitä miten kauppakeskus voi. "Me keräämme kuukausittaiset myyntitiedot, ja kun ne yhdistää kävijälaskuri-dataan saadaan parempi kokonaiskuva.", kertoo Siim Rosenthal. Heli kertoo samaa ja lisää, että tuottojen, kokonaismyynnin ja kävijämäärien mittauksen lisäksi on liisättävä tulevaisuudessa asiakaskokemuksen mittausta. Asiakaskokemuksen on oltava positiivista, jotta asiakkaat tulevat uudelleen ostoksille.

Mittaamisella saadaan tietää kauppakeskuksen hotspotit ja trendit kulkumäärisä. Tätä voidaan hyödyntää vuokrauksessa ja markkinoinnissa. Liikkeiden vuokramäärä on riippuvainen ihmisvirroista. Jos ihmisvirta olisi tasaista, niin vuokran määräytyminenkin olisi yksinkertaista. Kauppakeskukseen kuitenkin muodostuu yleensä vilkkaampia paikkoja, joten tarkat kävijämäärät paikottain helpottaa vuokran määrittämistä. Jos kauppakeskus investoi ravintolamaailmaan, miksi pitäisi nostaa vaateliikkeiden vuokraa. Pitää pystyä osoittamaan, että ravintolamaailma tuo asiakasvirtaa myös vaateliikkeille. Ihmisvirtoja mitataan, jotta voidaan verrata kävijämääriä aikaisempiin hetkiin ja nähdään miten markkinointi ja tapahtumat vaikuttavat niihin. Ihmisvirroista voidaan ennustaa siivouksen ja järjestyksenvalvonnan määrää historiadatan avulla.

Kävijämäärien perusteella voidaan saada isoja ketjuja kauppakeskukseen. Isot ketjut usein vaativat minimikävijämäärät ennen kuin kiinnostuvat laittamaan liikkeitään kauppakeskukseen.

### 3.2.6 Ihmisvirran mittaamisen tekniikat

Kysymys kuului,

- Millä tavoilla ihmisvirtoja mitataan nykyään?

Vanha tapa mitata kävijöitä on kuorilaskenta. Kuorilaskennassa kaikilla sisäänkäynneillä on sensorit, joista saadaan kuukausittaiset kävijämäärät. "Kuorilaskennassa on se huono puoli, että mitä monimutkaisempi pohjakuva on, sitä vaikeampi on ennustaa kävijälaskennan tuloksia", sanoo Siim Rosenthal. Iso Omenassa kuorilaskenta ei kerro paljoa. On siksi päädytty myös WiFi-seurantaan.

"Ihmisvirtaa on pitkään mitattu tällaisillä valokennopohjaisilla ratkaisuilla, missä valon säde menee sisäänkäynnin toisesta puolesta toiseen puoleen. Kun säde katkeaa, saadaan kävijä. Toisessa mittaustavassa lämpösensori asennetaan kattoon, ja se mittaa sieltä lämpösäteilyä ihmisvirrasta. Kolmas sensori on kamerapohjainen, joka hyödyntää konenäköä. Kamera asennetaan kattoon, ja kun asiakkaat kävelevät kameran ali, konenäkö tunnistaa kuvavirrasta liikkeen ja liikesuunnan. Nämä kolme ovat yleisimmät.", kertoo Valtteri Kujala.

Hisseissä käytetään mittaamiseen vaakaa, mutta myös kamerasensoreita ja valokennolaskureita. Näin kertoo Minna Piironen.

Sellossa ovilla ovat valokennolaskurit. Kauppakäytävillä katossa ovat kamerat, jotka laskevat molempiin suuntiin menevät kävijät. Tämän lisäksi kameroissa on demografia-ominaisuus eli ne pystyvät kertomaan kävijöiden ikähaarukan ja sukupuolen. Järjestelmä on kuitenkin anonyymi eikä tallenna kuvia mihinkään. Sitten WiFi-laskennalla pystytään seuraamaan kävijöiden kulkureittejä, jos WiFi on päällä asiakkaan mobiililaitteessa.

### 3.2.7 Paras sensori

- Mikä on paras ihmisvirtasensori ja miksi?

Kysymyksen tarkoituksena oli kysyä haastateltavan mielipidettä parhaasta sensorista tai ominaisuuksia siitä perusteluineen. Saatiin monenlaisia vastauksia

"Kun halutaan päästä tarkimpaan tulokseen, kannattaa käyttää kameraratkaisua.", sanoo Valtteri ja jatkaa, - "Erityisesti, kun käytetään kahta kamerasensoria yhdellä ovella. Saadaan 3D-kuva ja syvyysvaikutelma. Pystytään laskemaan, kun porukka tulee sisään rinnakkain, mikä voi olla haasteellista valokennopohjaisilla las-kureilla."

Petri Hälin mukaan sellainen sensori on paras, mikä voi kertoa asiakkaan iän ja sukupuolen, ja pystyy seuraamaan asiakasta sisääntulosta ulostuloon. Lisäksi se kertoo asiakkaan viipymän, ja minkä liikkeiden edessä pysähtytään.

Minna Piironen tulkitsee, että laitteiden on oltava laadukkaita sekä datan luotettavaa ja tarkkaa. Dataa on pystyttävä pilkkomaan pienemmäksi ja mittausresoluution on oltava tarpeeksi pieni, jotta voidaan tarkastella dataa jopa minuutin tarkkuudella.

Siim näkee, että kuorilaskennassa parhaita sensoreita ovat sellaiset, jotka tunnistaa, onko henkilö menossa sisään vai ulos. WiFi-laskennan tuomat mahdollisuudet kävijälaskentaan ovat merkittäviä. "Kaikki menee tulevaisuudessa älypuhelimiin päin. Siihen pitää mennä. Tässä vaiheessa Sensiston kamerajärjestelmä on tällä hetkellä paras.", Marjo Kankaanranta sanoo.



### 3.2.8 Ihmisvirtadatan käyttö ja sovellukset

Kysymykset kuuluivat,

- Mihin ihmisvirtadataa käytetään?
- Millaisissa sovelluksissa ihmisvirtadataa voi hyödyntää kauppakeskuksissa?

Kysymysten tarkoituksena oli kartoittaa mitatun ihmisvirtadatan hyödyntämistä ja millaisissa sovelluksissa sitä voidaan käyttää.

Ihmisvirtadasta voidaan nähdä, miten eri tapahtumat vaikuttavat kävijämääriin. Lisäksi voidaan raportoida vuokralaisille ja ulkopuolisille kuukausittaisia kävijämääriä. "Nähdään päivittäiset kävijämäärät ja nähdään mitkä viikonpäivät on hyviä, mitkä kellonajat ovat hyviä ja miten tapahtumat vaikuttavat. Kun tulee uusia vuokralaisia, voidaan kertoa kuinka paljon on kävijöitä ja kuinka paljon se on kasvanut.", kertoo Petri Häli.

Kävijämäärien lisäksi on hyvä mitata myyntimääriä. Antti Lappeteläinen kertoo, - "Konversio on vähittäiskaupassa ja tärkeä mittari eli kuinka monta kävijää ja kuinka monta kassatapahtumaa. Tämä ei päde suoraan kauppakeskukseen. Kauppakeskuksessa voidaan mitata kampanjoiden toimimista. Esimerkiksi voidaan mitata miten somekampanja tai kauppakeskuksen brändin kampanja on tuonut asiakkaita." Ihmisvirtadataa käytetään siis markkinoinnin laadun seuraamiseen.

Moni oli sitä mieltä, että ihmisvirtadataa kannattaa hyödyntää kiinteistön ylläpidon suunnittelussa, kuten siivouksessa, huollossa ja vartionnissa. Pystytään ennakkoimaan vartiontia ja lisäämään enemmän vartijoita vuoroon, kun on ruuhkaisempi päivä. Siivousta ja huoltoa suunnitellessa on huomioitava, että kauppakeskus on yleensä suljettuna asiakkailta vain muutaman tunnin. Näinä aikoina hoidetaan siis toiminnot, joita ei voisi hoitaa aukioloaikoina.

"Tietoa ihmisvirroista käytetään markkinoinnin suunnitteluun, ylläpitoon liittyviin resurssien suunnitteluun. Kiinteistön omistajan näkökulmasta voidaan analysoida kävijätietoa ja myyntitietoa. Voidaan reagoida kilpailutilanteen muutoksiin. Aukioloaikojen muutokset vaikuttavat ihmisvirtoihin.", kertoo Veli-Pekka Mäkinen.

Kun vuokrataan tiloja, prosessissa käytetään ihmisvirtadataa. On kerrottava, mitkä mahdollisuudet on kyseiselle liikkeelle ja minkälaisia myyntimääriä voi odottaa. Ihmisvirta dataa voidaan myös käyttää käytännön asioissa kuten siivouksen työvuorojen suunnittelussa, kertoo Heli Vainio.

Siim Rosenthal kertoo, että ihmisvirtadataa käytetään raportoinnissa vuokralaisille ja ulkopuolisille. Vuokralaisille raportoidaan kuukausittain myynti- ja kävijämäärät. Myös kaikkialle, missä on ihmisiä työskentelemässä, on hyvä ilmoittaa ihmisvirroista, esimerkiksi siivoukseen, vartiointiin ja huoltoon.

### 3.2.9 Ihmisvirtaan reagoiva medianäyttö

Kysymys kuului,

- Mitä mieltä olet asiakasvirtoihin reagoivasta medianäyttöjärjestelmästä, joka mm. tuottaa mainoksia asikkaan iän ja sukupuolen mukaan?

Mielipide ihmisvirtoihin reagoivasta medianäytöstä oli yksimielistä. Oltiin sitä mieltä, että kohdennettu mainonta on parempi kuin massamedian hutilaukaukset. Jos asiakkaalle voidaan tuottaa järkevästi kohdennettua mainontaa, niin silloin se on asiakkaan näkökulmasta asiakasystävällistä.

Toisaalta medianäytön pito ruuhkaisilla käytävillä ei toimi tarkoituksen mukaisesti. Mietittiin, että jos on paljon ihmisiä, keneen kamera kohdistuu ja millaista mainosta näyttö näyttää. Päädyttiin, että medianäytön pito rauhallisessa paikassa olisi hyödyllistä. Yksityisyysasiat nousivat esiin ja oltiin sitä mieltä, että asiakkaille tulisi selvästi kertoa, jos kameraa käytetään ja ettei kuvaa tallenneta mihinkään.

### 3.2.10 Yksityisyyden suoja

Kysymys kuului,

- Miten näet asiakkaiden yksityisyyden suojan ihmisvirtojen mittaamisessa?

Yksityisyyden suojaa pidettiin tärkeänä ja GDPR oli tiedossa. "GDPR pohjautuu sille, että ihmisiä tunnistetaan ja kerätään henkilörekisteriä. Ihmisvirtojen mittaamisessa ei kuitenkaan ihmisiä yksilöidä, eikä jää talteen IP osoitteita, kasvoja, nimeä tai puhelinnumeroa. Täten ei muodostu henkilörekisteriä. Se on niin kauan ok, kun asiakkaita ei yksilöidä eikä dataa tallenneta mihinkään.", sanoo Valtteri Kujala.

Visitin haastattelussa sekä Redin haastattelussa, jossa on Visitin järjestelmä käytössä, tuli ilmi se, että Visit on yhteistyökumppanien ja kilpailijoiden kanssa muodostaneet voittoa tavoittelemattoman Privacy SIG yhdistyksen, joka pyrkii kehittämään yksityisyyden suojaa tekniikoissaan. Heillä on yhteinen ohjesääntö, joka anonymisoi henkilödatan ja henkilörekisteriä ei synny. Sukupuolen ja iän tunnistamisessa kuvaa ei tallenneta, vaan tieto sukupuolesta ja iästä. Antti Lappeteläinen toteaa, että GDPR tulkinta on moninainen ja joku tulkitsee, että WiFi-verkko on laitton.

Minna Piironen kertoo, että asiakkaat eivät halua, että mitään kerätään. "Emme käytä mitään WiFi-seuraaajia", jatkaa Minna.

### 3.2.11 Tulevaisuus ja muut käyttökohteet

Kysymys kuului,

- Miten ihmisvirta-analyysiä tulisi kehittää tulevaisuudessa?

Valtteri ajatteli, että tulevaisuudessa ennen kaikkea sensorit ja kamerat halpenevat ja yhteydet paranevat, kun 5G yhteydet tulee. Kun saadaan kehitettyä akkuteknologiaa, saadaan enemmän langattomia sensoreita. Kun sensoreita on enemmän, on dataa enemmän ja pystytään entistä tarkemmin seuraamaan liikettä ja mm. ilmanlaatua kauppakeskuksissa. Sensorien määrän kasvaessa, voidaan hyödyntää dataa paremmin markkinoinnissa ja julkisessa päätöksenteossa. Voidaan tehdä parempia päätöksiä mm. mihin laittaa vartiointia tai siivousta kauppakeskuksessa. Voidaan automatisoida prosesseja. Kameroista voidaan nähdä, minne tarvitaan siivousta tai vartiointia, ja paikalle voidaan lähettää siivousrobotti tai vartiointidrone. Kiinteistön ylläpitoon ei tarvitse henkilöitä enää, vaan kaikki voidaan automatisoida sensorien ja robotiikan avulla. Vain yhteyskeskus tarvitaan niiden hallintaan.

Minna näki myös, että sensorien tulisi olla akuilla toimivia. Laitteita tulisi olla helppo kehittää ja käyttöönoton pitäisi olla sujuvaa. Datan analytiikan pitää kehittyä paremmaksi ja tarkemmaksi.

Veli-Pekka Mäkisen mielestä ei tulisi mennä teknologia edellä, vaan teknologialla pitäisi olla selvä hyöty. Enempi tieto lisää tuskaa. Kun lisätään sensoreita kauppakeskuksen sisällä, voidaan ennustaa paremmin ihmisvirtoja, mutta jossain vaiheessa tullaan siihen pisteeseen, että tietoa ei voida enää hyödyntää.

Petri Hälin mielestä pitäisi saada tarkemmin tietää, minkä ikäinen kävijä on, jotta voidaan löytää hänelle sopivia liikkeitä ja tapahtumia. Tavoitteena olisi, että ihminen yhden kerran jälkeen tulisi vielä käymään uudestaan. Tulevaisuudessa muotiliikkeet tulevat pienenemään ja ravintolatarjonta kasvaa.

Visitin Antti Lappeteläisen mukaan ihmisvirta-analyysin tulisi pystyä tuottamaan kauppakeskukselle työkalut dynaamiseen vuokran määräämiseen, eli mikä on liiketilan arvo paikan ja ajan funktiona. Kun tiedetään ihmisten kulkureitit ja määrät tietyissä paikoissa tiettyyn aikaan, voidaan löytää optimaalinen vuokra.

Helin mielestä, mitä paremmin asiakkaita ja heidän käyttäytymistään ymmärretään, sitä paremmin voidaan palvella asiakkaita ja vuokrata tiloja oikeille yrityksille. Eli tulevaisuudessa tarvitaan tarkempaa asiakaskokemuksen mittausta ja vuokrataan tiloja yrityksille, joilla hyvä liikeidea, ja jotka ovat valmiita tuottamaan uusia kokemuksia asiakkaille. Kun asiakaskokemus otetaan huomioon, voidaan läheteä miettimään mm. tunnelman vaikutusta ostokäyttäytymiseen. Esimerkiksi lisääkö tietäntyyppinen musiikki ostoksia alueella.

Siim kertoo, että tulevat kehittämään WiFi-seurantaa asikkaiden ostokäyttäytymisen seuraamiseen.

Muita käyttökohteita ihmisvirtaseurannalla on vähittäiskaupassa, liikenteen laskennalla julkisilla paikoilla, ihmisvirtojen seuranta kaupungin keskustassa, julkisissa kirjastoissa, puistoissa, lentoasemilla sekä huvipuistoissa.

## 4 Yhteenveto ja ratkaisut

Tässä osassa esitellään haastatteluiden yhteenvetoa, sekä esitetään ratkaisuja tulevaisuuteen.

### 4.1 Haastatteluiden yhteenveto

Sytä, miksi kauppakeskukseen tullaan, on monia. Monessa haastattelussa tuli ilmi, että sijainti määrää sen, onko kauppakeskuksessa paljon asiakasvirtaa. Siksi ne rakennetaankin useasti julkisen liikenteen solmukohtiin.

Kauppakeskukseen rakennetaan ravintolamaailmoja, sillä ruoka liikuttaa ihmisiä.

Ankkurikauppojen avulla pyritään houkuttelemaan ihmisiä ostoksille. Kauppakeskuksista on tullut ajanviettokeskuksia, mutta siellä pyritään tarjoamaan myös arkisen asioinnin palveluja, jotta ihmiset saadaan ostoskeskukseen. Samalla asiakkaat tekevät heräteostoksia.

Yksi tärkeimmistä keinoista saada asiakas tulemaan uudelleen ja viihtymään, on rakentaa oikeanlainen tunnelma kauppakeskukseen äänimiljöön ja valaistuksen kautta. Asiakaskokemuksen on oltava positiivista.

Liikkeiden on tehtävä samaa asiakkailleen kuin kauppakeskus, mutta pienois-koossa eli rakennettava hyvää asiakaskokemusta.

Uutta keskusta suunniteltaessa on otettava huomioon liikkeiden sijoittaminen. Ankkuriliikkeet on sijoitettava siten, että siellä ihmiset käyvät päivittäin. Samoin kahvilat ja ravintolat. Tarkoitus olisi saada ihmiset kiertämään ostoskeskus mahdollisimman laajasti. Ostoskeskuksessa on oltava avara näkyvyys joka puolelle ja on vältettävä ns. "pussin periä". Ihmisvirtojen sujuvan liikkumisen vuoksi, on oltava hyvät hissi- ja liukuporrasratkaisut. Vanhemmissa ostoskeskuksissa on sovellettava ja optimoitava suunnittelua. Vanhat suunnitelmat eivät välttämättä päde tänä päivänä.

Ihmisvirrat vaikuttavat myyntiin suoraan. Kävijämäärän ja keskimääräisen viipymän tulo korreloi suoraan myynnin kanssa. Kävijämääriin ja viipymään voi vaikuttaa esimerkiksi luomalla ravintolamaailmoja ja elokuvakeskuksia kauppakeskukseen. Hyvä paikka kauppakeskuksessa ja riittävän hyvä liikeidea takaavat menestystä.

Ihmisvirtoja mitataan, koska halutaan saada tietää miten kauppakeskus voi. Kun yhdistetään kuukausittaiset myyntitiedot kävijämääriin saadaan parempi kokonaiskuva. Kävijämääriä voi hyödyntää vuokrauksessa ja markkinoinnissa. Voidaan nähdä, miten tapahtumat vaikuttavat määriin ja myyntiin.

Tulevaisuudessa on mitattava myös asiakaskokemusta. Asiakaskokemuksen on oltava positiivista, jotta asiakkaat tulevat uudelleen.

Mittaustavat jaetaan kuorilaskentaan, WiFi-seurantaan ja hissisensoreihin. Kuorilaskennan tapoja ovat valokennolaskurit, lämpökamerat ja 3D-kamerat. WiFi-laskennassa pystytään seuraamaan käyttäjiä, ja saadaan tietoa minkä liikkeiden edessä he pysähtyvät. Päästään entistä tarkemmin kiinni kulkureitteihin kauppakeskuksessa. Hississä lasketaan kävijät vaa'an, kameroiden ja valokennosensorien avulla. Demografia-tietoa voidaan mitata mainosnäyttökameroista tai katossa olevista kameroista.

Parhaiksi sensoreiksi pääsivät 3D-kamera, demografiakamera ja WiFi-seuranta. Laitteiden on oltava laadukkaita ja datan luotettavaa. Laadukas mittalaite mittaa pienellä resoluutiolla.

Ihmisvirtadataa käytetään markkinointitarkoituksessa seuraamaan miten tapahtumat tai kampanjat vaikuttavat kävijämääriin. Ihmisvirtadataa kannattaa käyttää kiinteistön ylläpidon suunnittelussa, kuten siivouksessa, huollossa ja vartionnissa.

Ihmisvirtoihin reagoiva medianäyttö tarjoaa asiakkaille kohdennettua mainontaa ja toimii parhaiten rauhallisilla käytävillä. Yksityisyyden suojaa ajatellen, asiakkaille tulisi kertoa kameran käytöstä, mutta kuvia ei tallenneta mihinkään. GDPR pohjautuu sille, että ihmisiä tunnistetaan ja kerätään henkilörekisteriä. Visit on perustanut muiden toimijoiden kanssa Privacy SIG yhdistyksen joka pyrkii kehittämään tekniikoitaan yksityisyydensuoja mielessä. GDPR tulkinta on moninainen ja joku tulkitsee, että WiFi-verkko on laiton.

Tulevaisuudessa ihmisvirta-analyysissä on monia mahdollisuuksia. 5G mahdollistaa suuremmat datamäärät ja nopeamman yhteyden. Sensorit halpenevat ja niistä tulee langattomia. Vaikka sensoreita tulee lisää, on huomioitava datan määrän hyödyllisyys. Jossain vaiheessa tulee raja, kun enemmästä datasta ei ole enempää hyötyä. Tulevaisuudessa voidaan vuokra määrätä liikkeille dynaamisesti paikan ja ajan suhteen. Saadaan tarkemmin suunnattua tapahtumia ja liikkeitä juuri oikeille asiakkaille ja saadaan positiivinen asiakaskokemus. Asiakaskokemusta voidaan mitata ja saadaan tietoa erilaisten tunnelmien vaikutuksesta asiakaskokemukseen. Ihmisvirta-analyysiä voidaan hyödyntää myös lentokentillä, isoilla liikenneasemilla, kaupunkien keskustoissa, huvipuistoissa ja jopa kirjastoissa.

## 4.2 Haastatteluihin pohjautuvat ratkaisut

Haastatteluissa ilmenneiden asioiden pohjalta tein kaksi taulukkoa. Ensimmäisessä on arvioitu mittaamistekniikan tai sovelluksen yleistä käyttöä ja tulevaisuuden potentiaalia. Valitsin taulukkoon jo nyt yleisesti käytössä olevia ratkaisuja, ratkaisuja, jotka ovat vähentyneet yleisessä käytössä, sekä myös sellaisia mitkä eivät vielä ole saavuttaneet yleistä käyttöä, mutta joilla tulevaisuudessa olisi kysyntää. Käytin tulevaisuuden potentiaalin arvioimiseen haastatteluista ja omaa harkintaa yhdistettynä kirjallisuuskatsaukseen. Toiseen taulukkoon valittiin ne tekniikat ja ratkaisut, joita kauppakeskus käyttää nyt yleisesti, tai joiden tulevaisuuden potentiaali on korkea. Näille ratkaisuille tehtiin SWOT-analyysi.

Taulukoissa esitetään yleinen näkymä, mutta alaotsikoissa pohditaan ratkaisuja vielä tarkemmin.

Mittari/Sovellus	Onko yleisesti käytössä	Tulevaisuuden potentiaali
Valokennolaskuri	Ei enää. Käytössä kuorilaskennassa vähäisesti, hisseissä yleisiä	Vähenee epätarkkuuden vuoksi.
Lämpökamera	Ei enää. Käytössä kuorilaskennassa vähenevissä määrin	Vähäinen potentiaali. Epätarkka, jos isot lämpötilaerot.
Hissivaaka	Hisseissä yleisiä	Myös tulevaisuudessa käytössä.
3D-kamera	Ei vielä. Uusimmissa kohteissa	Tulevaisuudessa iso potentiaali.
Demografiakamera	Ei vielä. Mainosnäytöt + kattokamerat	Tulevaisuudessa isosti. Halutaan tietää tarkkaan, ketä asiakkaat ovat ja tuottaa asiakkaalle oikeanlaisia mainoksia.
WiFi-laskenta	On yleistä	Suuri potentiaali.
Kohdennettu mainonta	Ei vielä	Suuri potentiaali.
Kiinteistön ylläpidon automatisointi	Ei vielä	Tulevaisuudessa yleistyy.
Tarpeenmukainen ilmastointi	Käytössä toimistorakennuksissa	Tulevaisuudessa myös kauppakeskuksissa.
Vuokran dynaaminen määräytyminen	Ei vielä	Tulevaisuudessa kyllä.
Tunnelman rakentaminen	Kyllä	Tulevaisuudessa kauppakeskuksissa pyritään vaikuttamaan asiakkaiden ostokäyttäytymiseen tunnelman avulla.
Asiakaskokemuksen mitaus	On	Tulevaisuudessa iso potentiaali.

Ratkaisu	Vahvuudet	Heikkoudet	Mahdollisuudet	Uhat
3D-kamera	Molemmin suuntainen mitaus, Tarkkuus, Luotettavuus	Konfigurointi hidasta	Suurien ihmisvirtojen laskeminen, Markkinoinnin tehokas seuranta	WiFi las-kennan yleistyminen
Demografia-kamera	Sukupuolen, iän tunnistus	Väärä identifiointi	Kohdennettu mainonta, uhkaavan käytöksen tunnistus, V.I.P. tunnistaminen	Yksityisyyden suoja
WiFi-laskenta	Kävijöiden kulkureittien seuranta	Vain osasta saadaan tieto, koska WiFi ei kaikilla päällä	Älypuhelisten yleistyminen	GDPR
Kohdennettu mainonta	Yksityinen kohdennettavuus	Ruuhkaisilla käytäville ke- neen kohdentaa	Asiakas- kokemuksen parantaminen	Väärin kohdistettu mainos
5G	Nopeampi yhteys, isompi datan siirto	Ei vielä julkitettu	pitkä langaton datan siirto	Korkea hinta
Sensorien kehitys	Edullisuus ja langattomuus	Raja, minkä jälkeen sensorien lisääminen ei tuo enää hyötyä	Konfiguroinnin helpottuminen	Akkujen vaihtamisen hankaluus
Kiinteistön ylläpidon automatisointi	Resurssien säästö	Työmäärän väheneminen	Tekoälyn ja robotiikan sovellukset	Luotettavuus
Tarpeen mukainen ilmastointi	Reaaliaikainen ilmastoinnin reagointi kävijämääriin, Energian säästö	Hiilidioksidiantureiden viive	Oppiva järjestelmä	Vääränlainen arvionti ilmastoinnin tarpeesta
Vuokrahinnan määräytyminen ajan ja paikan suhteen	Järkevä vuokra	Pieni tuotto, jos ei kävijöitä	Vuokratuoton maksimointi myynnin suhteen	Tappiollista, jos ei myyntiä.
Tunnelman rakentaminen	Hyvän asiakaskokemuksen tuottaminen	Yksilöllistä	Myynnin lisääminen/ top päätökseen vaikuttaminen	Vääränlainen tunnelma aiheuttaa inhoreaktion.

#### 4.2.1 Kameroiden käyttö ja mainosten kohdentaminen ihmisvirta-analyysissä

Kameroita hyödynnetään ihmisvirta-analyysissä niin kuorilaskennassa, kuin tuottamaan demografiadataa käyttäjien iästä ja sukupuolesta. Molemmat tavat ovat yleistymässä kauppakeskuksissa ja niiden tulevaisuuden potentiaali on suuri.

3D-kamera pystyy molemmin suuntaiseen mittaukseen ja on tarkempi kuin tavalinen 2D-kamera. 3D-kamera on luotettava, sillä konenäkö pystyy toimimaan kirkkaassa sekä hämärässä valaistuksessa. Sen heikkous on kameran konfiguroinnin hitaus. Nykyään asennukseen tarvitaan virtajohto sekä ethernet-datakaapeli. Kun ne ovat kiinni ja kamera asennettu oikeaan kohtaan, täytyy tietokoneen välityksellä ottaa yhteys kameraan ja katsoa onko kuvattava alue oikein kohdennettu. Tulevaisuudessa kamerat tulevat olemaan langattomia ja itsekonfiguroituvia. Mahdollisuutena on käyttää 3D-kameraa laskemaan isoja ihmisvirtoja kerrallaan. Tarkan ja luotettavan laskennan ansiosta 3D-kamera tuottaa arvokasta dataa markkinoinnin seurantaan. Datasta voidaan myös nähdä tapahtumien vaikutukset ihmisvirtoihin. Dataa voidaan myös käyttää suunnitellessa työvuoroja. Uhkana 3D-kameran käytölle laskennassa on WiFi-laskennan lisääntyminen, kun älypuhelinien käyttö lisääntyy. Uskon kuitenkin, että 3D-kamerat tulevat säilyttämään paikkansa kuorilaskennassa tarkkuutensa ja luotettavuutensa vuoksi.

Demografiakameroita käytetään enenevässä määrin kauppakeskuksissa tuottamaan tietoa, millaisia asiakkaita kauppakeskuksissa käy ja täten myös tuottamaan mainoksia mainosnäyttöihin. Demografiakamerat ovat yleistymässä myös kauppakeskuksissa. Vahvuutena näen sen, että kauppakeskus saa tietoa asiakkaiden iästä ja sukupuolesta. Mainosnäyttökamera myös tallentaa tiedon asiakkaan mielialasta. Heikkoutena näen väärän identifioinnin. Kun ihmisvirtaa on paljon, kenen kamera tunnistaa ja kohdistaa mainoksen. Siispä, mainosnäytöt tulisi sijoittaa rauhallisille käytäville, missä on satunnaista ihmisvirtaa tai sitten mainosnäytön täytyy kohdentaa mainos vasta sitten, kun näytön edessä seisoo ihminen. Silloin saadaan tarkempi tulos, kuin isosta ja liikkuvasta ihmisvirrasta. Asennettuna sopiviin paikkoihin mainosnäytöt toimivat tarkoituksen mukaan ja lisäävät positiivista asiakaskokemusta. Uhkana voin nähdä kuitenkin sellaisen, että kohdennettu mainos ei tavoitakaan sitä katselevaa asiakasta.

Mahdollisuutena demografiakameroilla on myös uhkaavan käytöksen tunnistaminen. Konenäkölle voisi opettaa tunnistamaan nopeaa tai epäsäännöllistä liikkeitä tai kävelytapoja. Näistä voisi raportoida suoraan paikalliseen järjestyksenvalvontaan. Kasvontunnistamisominaisuuden ansiosta jotkut liikkeet voisivat käyttää kameraa kanta-asiakkaiden tunnistamisessa. Uhkana demografiakameroilla voi olla yksityisyyden suoja. Kuitenkaan asiakkaan kuvia ei tallenneta mihinkään, vaan tiedot asiakkaan iästä, sukupuolesta ja mielialasta otetaan talteen.



### 4.2.2 WiFi-seuranta

WiFi-seuranta on yleistynyt isommissa kauppakeskuksissa ja sen käytölle on tulevaisuudessa tarvetta. Vahvuutena on selvästi asiakkaan kulkureitin seuranta sekä viipymä. Kun kauppakeskus saa tietoon asiakkaiden kulkureitin ja viipymän, se voi tarkastella minkä liikkeiden edessä asiakas pysähtyi ja kuinka kauan ostosreissu kesti. Kun kerrotaan kävijämäärä kävijöiden keskimääräisellä viipymällä, saadaan termi "shopping hours", jolla selvä korrelaatio kauppakeskuksen myyntiin. Jos viipymä on pieni, voidaan miettiä, millä järjestelyillä saadaan sitä isommaksi. Lisätäänkö kahviloita, ravintoloita, ankkuriliikkeitä tai järjestetään enemmän tapahtumia. Wi-Fi seurannan heikkous on se, että kaikilla ei ole vielä Wi-Fi päällä matkapuhelimesaan ja näin WiFi-seurannalla saadaan tällä hetkellä vain suuntaa antavia tuloksia. Älypuhelimet ovat kuitenkin koko ajan lisääntyneet käytössä ja yhä suurempi osa ihmisistä pitää data yhteyksiä päällä. Tulevaisuudessa WiFi-seuranta ei vain rajoitu Wifiin, vaan voidaan samalla seurata Bluetooth-yhteyksiä tai mobiilidataa. Rajoittavana tekijänä on yksityisyyden suoja. Nykypäiväinen WiFi-seuranta on GDPR:n mukainen. Asiakas voi itse hyväksyä ehdot kirjautuessaan WiFi-verkkoon.

### 4.2.3 Sensorien ja yhteyksien kehitys

Tulevaisuudessa sensorit ja tietoliikenneyhteydet tulevat kehittymään. Sensorien kyky mitata entistä tarkemmin ja tiheämmin paranee. Mittaus on reaaliaikaista. Dataa on enemmän ja sitä pitää lähettää pilveen tehokkaammin. 5G-yhteys tuo omat mahdollisuutensa.

Sensorien kehityksessä vahvuutena on sensorien hinnan lasku. Kun sensorit kehittyvät ja yleistyvät, hinnat laskevat niin vanhemmissa sensoreissa, kuin kehittyneimmissäkin. Vahvuutena näen myös sensorien langattomuuden. Akkuteknologian kehittyessä esimerkiksi kamerasensorit pystyvät toimimaan monia vuosia pelkän akun avulla. Hintojen lasku ja langattomuus saa aikaan sensorien lukumäärän kasvun kauppakeskuksissa. Ihmisvirtasensorien lisäksi, löytyy ilmanlaatusensoreita ja kosteus- ja lämpötilasensoreita. Tätä dataa yhdistelemällä voidaan mm. optimoida ilmaston käyttöä kauppakeskuksessa ja säästää energiaa. Sensorien lisäämisessä on kuitenkin raja, minkä jälkeen sensorien lisääminen ei tuo enää hyötyä. Liiallinen data voi vaikeuttaa päätöksen tekoa. Tullaan tilanteseen, jossa mittautuloksesta ei voida päätellä suoraan lopputulosta. Sensorien määrän tulee olla optimoitu. Aina edes sensori ei näe kokonaiskuvaa. Joskus on hyvä mennä itse asiakkaiden joukkoon ja todentaa asia itse.

Sensorien kehitys mahdollistaa konfiguroinnin helppouden. Sensorit ovat automaattisesti konfiguroituvia ja niitä voidaan asentaa mittauspaikkoihin vain kiinnittämällä ja johtoja ei tarvita. Uhkana tässä skenaariossa näen akkujen vaihdon. Jos sensoreita on paljon, akkujen vaihto vaatii paljon työtä. Akun kesto tulisi olla useita vuosia ja sensorien tulisi ilmoittaa varaustilansa pilveen, jotta akkujen vaihtoon voitaisiin varautua. Näen kuitenkin, että isoja datamääriä käsittelevät sensorit, kuten kamerat tulee olla vielä verkkovirralla toimivia. Muut sensorit, infrapunasensorit voivat toimia paristoilla, koska eivät tuota paljoa dataa.

Tietoliikenne yhteydet ovat kehittyneet matkapuhelinten käytön myötä. Käsite

"esineiden internet" eli IoT on yleistynyt viime vuosina. Perusideana on se, että esineet, kuten autot, kodinkoneet, kännykät, sensorit ovat internettiin yhteydessä ja tuottavat ns. "Big dataa", jota voi hyödyntää hallinnoimisessa. Laitteita voi myös ohjata internetin yli. Datan lähettämiseen tarvitaan nopeampia yhteyksiä. Tänä päivänä 5G-yhteys on yleistymässä enenevässä määrin. Vahvuutena sillä on nopeampi, aluksi jopa 10 kertaa nopeampi yhteys 4G-yhteyteen verrattuna. Viive on myös pienempi eli verkko vastaa käyttäjälle nopeammin. 5G-yhteys on nimenomaan tehty teollisen internetin ja IoT-ratkaisujen tarpeisiin. Mahdollisuutena 5G-yhteydellä on 3 eri taajuusaluetta. Alle 1 GHz-taajuuksia käytetään mobiililaitteita ja IoT-ratkaisuja, 1-6 GHz on laajennettua mobiiliverkkoa ja yli 24 GHz sovelluksille, jotka tarvitsevat erittäin suurta tiedonsiirtonopeutta. Uhkana voidaan nähdä hinta. Alussa se voi olla korkea, mutta kun käyttäjät ja sovellukset lisääntyvät 5G:n hinta asettuu luultavasti 4G:n hinnan yläpuolelle.

#### 4.2.4 Tarpeenmukainen ilmastointi ihmisvirtadatan mukaan

Tarpeenmukainen ilmastointi (Demand Controlled Ventilation) on yleistynyt paljon uusissa toimistorakennuksissa. Nykyään sitä käytetään myös paljon uudemmissa kauppakeskuksissa. Tällä ilmastointitekniikalla on iso potentiaali kauppakeskuksissa, kun sensorit lisääntyvät. Mittaamiseen käytetään tällä hetkellä hiilidioksidisensoreita. Tämä ratkaisu on hyvä, mutta viive on suuri hiilidioksiditasojen noususta mittaustulokseen. Ilmastointi reagoi vasta sitten, kun hiilidioksiditaso on jo iso. Vahvuutena kävijämääräsensorien käytössä tarpeenmukaisessa ilmastoinnissa on reaaliaikainen ilmastoinnin reagointi kävijämääriin. Se mahdollistaa energian säästämisen. Ilmastoinnin määrä kävijöiden mukaan on energiaystävällisempää kuin vakioilmamääräilmastoinnissa.

Myöskin tarpeenmukainen ilmastointi on asiakasystävällistä, kun ilmaa on saatavilla tarpeeksi. Jotta päästään hyvään tulokseen, olisi kauppakeskus jaettava alueisiin. Jokaisella alueella olisi omat kävijälaskurit, jotka välittäisivät tietoa alueen ilmastointilaitteille. Optimaaliseen ratkaisuun päästään, kun käytetään kävijälaskureita ja hiilidioksidisensoreita. Ensin säädetään ilmastointia kävijöiden mukaan, sitten tarkistetaan hiilidioksiditasot ja tehdään säätöä sen mukaan. Järjestelmän tulisi olla oppiva ja ottaa huomioon historiadatan ja poikkeukset, kuten tapahtumat. Näin se voisi etukäteen jo arvioida kävijämääriä, ilmastoinnin tarvetta ja energiankulutusta. Uhkana tässä älykkäässä, itseoppivassa järjestelmässä on se, että se voi kuitenkin antaa väärän arvion. Siksi tällainen järjestelmä tulisi olla myös manuaalisesti ohjattavissa.

#### 4.2.5 Kiinteistön ylläpidon ja valvonnan automatisointi

Kiinteistön ylläpitoon kuuluu siivous sekä korjaus- ja huoltotyöt. Valvontaan kuuluu vartiointi ja järjestyksenvalvonta. Ne ovat molemmat tarkkaan aikataulutettuja ja suunniteltuja. Ylläpito ja valvonta toimivat 24/7-periaatteella. Kävijälaskentadataa voisi käyttää toimintojen suunnittelussa ja aikataulutuksessa. Vahvuutena on henkilöresurssien tarkempi kohdennus ja siten rahan säästö.

Heikkoutena on työntekijäresurssien väheneminen. Jo tänä päivänä vartiontia suunnitellaan kävijämäärien mukaan ja pystytään ennakoimaan vartionnin lisäystä tapahtumien aikaan. Mahdollisuutena suunnittelun ja aikataulutuksen lisäksi, osaa vartionnista tai siivouksesta voisi korvata siivousrobotilla tai vartiontidronella. Esimerkiksi dronet tai automaattiset vartiontikamerat voisivat havaita epäjärjestystä ja siten lähettää hälytyksen valvomoon tai lähimmälle järjestyksenvalvojalle automaattisesti. Myös siivousrobotit voisivat hoitaa siivousta kauppakeskuksen ollessa suljettuna. Uhkana automatisoinnille on työntekijöiden korvaaminen roboteilla. Kysymyksiä, joita nousee ovat onko robotti yhtä luotettava kuin ihminen ja kuinka toimintavarmoja robotit ovat. Tästä syystä olisi hyvä antaa robottien hoitaa helpompia työrutiineja ja antaa päähallinta ihmisille. Dronien tapauksessa ne toimisivat vain ylimääräisinä "silminä" tuottamaan tilannetietoa.

Ihmisten kanssa toimiessa, järjestyksenvalvontaa ei voida kokonaan automatisoida. Ihmiset halauvat, että heidän turvallisuudestaan vastaa ihmiset eikä robotit. Automatisointia käytetään vain helpottamaan valvontatöitä.

#### 4.2.6 Asiakaskokemuksen vaikuttaminen

Asiakaskokemukseen vaikuttaminen on yksi tärkeimmistä keinoista saada jatkuvaa ihmisvirtaa ja lisätä myyntiä. Asiakaskokemukseen voidaan vaikuttaa monella tapaa.

1. Oikeanlainen äänimiljö
2. Tunnelmallinen valaistus
3. Siisteys
4. Asioinnin sujuvuus/Jonojen hallinta
5. Asiakaspalvelu
6. Oikeanlainen tarjonta
7. Kohdennettu mainonta
8. Sisäilman laatu
9. Wayfindings/ sisänavigointi/infonäytöt
10. Mahdollisuus asiakaspalautteeseen

Oikeanlainen äänimiljö on tärkeää oikeanlaisen tunnelman luonnissa. Soittamalla rauhallista musiikkia, asiakkaiden stressitasot laskevat ja he voivat keskittyä paremmin ja olemaan rauhallisia tehdessään ostoksia. Innostava musiikki taas nostaa asiakkaiden "tempoa" tekemään ostoksia innokkaammin. Äänimiljöön kanssa yhdessä tunnelmaa vaikuttaa oikeanlainen valaistus. Elävä valomaisema rauhoittaa asiakkaita ja saa heidät keskittymään paremmin. Siisteys vaikuttaa positiivisesti asiakaskokemukseen, sillä se viestii hyvinvoivasta kauppakeskuksesta. Siivous ja huolto pitää toimia 24/7-periaatteella. Jos sitä ei hallinnoi, syntyy kaaos ja se vaikuttaa myyntiin. Positiivinen asiakaskokemus on tärkeää. Jos asiakas ei viihdy, ei hän myöskään tule takaisin kauppaan.

Asioinnin sujuvuuteen kuuluu muun muassa jonojen hallinta. Kun jonoja kertyy liikkeiden eteen kauppakeskuksissa, voidaan jonojen hallinnalla avata enemmän palvelupisteitä. Hyvä asiakaspalvelu tarkoittaa sitä, että asiakkaita palvellaan mahdollisimman hyvin "asiakas on aina oikeassa"-periaatteella. Kauppakeskuksen palvelu- ja hyödyketarjonnan tulee olla laajaa, jotta jokaiselle asiakkaalle olisi kauppakeskuksessa jotakin. Mainonnan tulisi olla kohdennettua ja henkilökohtaista. Mainonnan hutilaukaukset eivät lisää asiakastytyvyyttä. Sisäilman laatuun tulee panostaa kauppakeskuksissa hankkimalla ilmanlaadun seurannan mittareita, kuten hiilidioksidisensoreita. Opasteet, kuten infotaulut ja infonäytöt tulee olla kunnossa. Uusimissa keskuksissa myös sisänavigaatio-ohjelmille on käyttöä.

#### 4.2.7 Kauppakeskuksen menestyksen optimointi: Vuokrahinnan dynaaminen malli sekä tunnelman rakentaminen

Yksi kauppakeskuksen menestystä helpottava ratkaisu on liikkeiden vuokrahinnan dynaaminen määräytyminen ajan ja paikan suhteen. Nykypäivänä kauppakeskukset mittaavat asiakasvirtoja liikkeiden lähellä ja tämän perusteella vuokra määräytyy. Kuitenkaan se ei ota huomioon, tuleeko liikkeille myyntiä vai ei. Jos on isot asiakasvirrat, mutta liikkeelle tulee vähän asiakkaita, joutuu liike maksamaan suurta vuokraa. Pidemmän päälle liike joutuu lopettamaan ja kauppakeskus menettää asiakkaan ja menettää vuokratuottoa. Optimaalisinta olisi ottaa käyttöön dynaaminen vuokratuottomalli. Vuokra muodostuisi perusosasta ja menestysosasta. Kun liikkeellä menee huonommin, on vuokra matalampi, muttei perusosaa alempi. Perusosaa kattaa liikekiinteistön välittömät kustannukset kuten vastikkeet. Kun liikkeellä menee hyvin, se maksaa isompaa vuokraa. Kauppakeskuksen menestymiseen vaikuttaa siis suuresti liikeitensä menestyminen. Asiakasvirrat vaihtelevat kauppakeskuksissa ajan ja paikan mukaan ja ihmiset liittyvät kauppakeskuksen menestymiseen. Kun vuokran tuotto on dynaaminen, saadaan perusteltua vuokratuottoa, joka on reilua kaikille.

Huono puoli on se, että jos ihmisvirrat vähäisiä ja kauppa ei käy, vuokratuotto on pientä. Tekemällä kauppakeskuksen ja liikkeet houkutteleviksi ihmisille, saadaan positiivista asiakaskokemusta. Tämä lisää liikkeiden myyntiä ja menestystä ja voidaan maksimoida vuokratuotto myynnin suhteen. Menestys on kuitenkin riippuvainen suurimmaksi osaksi ihmisvirroista. Verkkokaupat ovat jo tänä päivänä vähentäneet kauppakeskusten myyntiä. Tämä voidaan nähdä uhkana kauppakeskusten menestykselle. Verkkokauppa Amazon laajentaa Suomeen ja tarjoaa helpolla kotiinkuljetuksella tavaroita. Valikoima on laajempi kuin kauppakeskuksissa. Kauppakeskukset hyvällä sijainnilla ei kuitenkaan tarvitse olla huolissaan. Ihmiset tulevat tulevaisuudessa entistä enemmän kauppakeskuksiin viihtymään, ruokailemaan ja hoitamaan arkisia asioitaan.

Tulevaisuuden kauppakeskuksessa osataan ottaa huomioon asiakaskokemus ja sitä voidaan mitata. Kun asiakas tulee ekaa kertaa kauppakeskukseen, hänen on nähtävä, kuultava ja tunnettava oikeanlainen tunnelma. Sellainen tunnelma, joka saa asiakkaan tuntemaan positiivisen energian, yllätyksellisyyden ja tasapainon. Oikeanlainen tunnelman luontiin kuuluu oikeanlainen äänimaisema yhdistettynä tunnelmalliseen valaistukseen. Sen vahvuutena on hyvän ja positiivisen asiakaskokemuksen tuottaminen. Kun asiakas saa positiivisen kokemuksen, hänen ostokynnys madaltuu. Tietenkin tunnelman kokeminen on yksilöllistä ja kokemukset vaihtelevat. Rakentamalla oikean tunnelman on mahdollista vaikuttaa asiakkaiden ostopäätökseen ja lisätä myyntiä. Esimerkiksi eri juhla/teemapäivinä voi olla siihen päivään sopivaa valaistusta ja sopivaa musiikkia. Esimerkiksi Halloweenina voisi olla oranssia ja hämärää valaistusta, sekä jännitystarinoita ja jännittävää musiikkia. Kun asiakkaan tunteisiin vaikutetaan positiivisesti, hänen on helpompi tehdä ostopäätös. Tunnelman rakentamista voi olla uudenlaisen äänimaailman suunnittelu, älyvalaistuksen suunnittelu, sekä näiden yhdistäminen. Esimerkiksi sopivaan tunnelman luontiin voidaan yhdistää ääni- ja valomaisema ja ne voivat olla synkronoinnissa keskenään.

### 4.3 Työn tavoitteiden arviointi

Päätavoitteena oli selvittää yleisimmät ihmisvirtojen mittaamisen teknologiat kauppakeskuksissa, ja missä sovelluksissa ihmisvirtadataa hyödynnetään siellä. Osatavoitteena oli selvittää kauppakeskuksen valinnan syitä, ihmisvirran mittaamisen syitä sekä miten ihmisvirta-analyysiä tulisi kehittää tulevaisuudessa. Lisäksi arvioitiin haastattelujen pohjalta nykyisten teknologioiden yleisyyttä sekä tulevaisuuden potentiaalia. Lopuksi tarkoitua oli arvioida ratkaisujen vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia SWOT-analyysin avulla.

Päätavoitteeseen päästiin hyvin. Kirjallisuuskatsauksen pohjalta saatiin selville laaja joukko sensoreita, joita käytetään ihmisvirtojen mittaukseen. Haastattelututkimus toi esiin realiteettiä. Kauppakeskuksissa käytetään mittaukseen pääosin kuorilaskentaa, WiFi-seurantaa sekä demografiamittausta. Sovellusten osalta päästiin myös hyvin tavoitteeseen. Kirjallisuuskatsaus toi esiin sovelluksia, jotka hyötyvät ihmisvirtadatasta. Haastattelut täydensivät näkemystä. Ihmisvirtadataa voi hyödyntää monissa kauppakeskuksen toiminnan mittaamisen ratkaisuissa, kuten kävijä- ja myyntitiedon yhdistämisessä. Lisäksi sitä voidaan hyödyntää vuokrauksessa ja suunnittelessa kiinteistön ylläpitoa.

Osatavoite täyttyi hyvin. Asiakkaiden valinnan syyt kauppakeskukselle tulivat esiin kirjallisuuskatsauksessa kahden eri tutkimuksen avulla. Myös haastatteluissa päästiin näihin syihin kiinni. Mittaamisen syyt tulivat esiin haastatteluissa. Pääsyy on saada selville, miten kauppakeskus voi. Tulevaisuudessa kehitysehdotuksia saatiin myös dynaamisen vuokran määrämisen ja positiivisen asiakaskokemuksen rakentamisen alueella.

Lisätavoitteisiin päästiin kohtuullisesti. Haastateltavia oli vain 8, joten teknologioiden yleisyyttä ja tulevaisuuden potentiaalia mietittäessä tuli käyttää omaa harkintaa kirjallisuuskatsauksen lisäksi. Lisäksi haastatteluissa ei kysytty teknologioiden yleisyydestä mielipidettä, vaan se tuli päätellä haastatteluiden muiden vastausten perusteella. Lopussa valitut ratkaisut perustuivat haastatteluihin ja niiden vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat perustuivat kirjoittajan omaan näkemykseen saatujen vastausten perusteella.

## 5 Loppusanat

Tämän diplomityön ajatusprosessi alkoi tammikuussa 2018. Olin kiinnostunut tekemään työn liittyen älykkäisiin rakennuksiin. Ohjaajani Jaakko Ketomäki ideoi, että ihmisvirrat kauppakeskuksissa voisivat olla hyvä lähtökohta. Ajattelin, että voisin tutkia ihmisvirtojen mittaamista kauppakeskuksissa oman mielenkiinnon ja aikaisemman kokemukseni kautta. Tein teoriaosan mittaustekniikoista ja datan sovelluksista. Haastatteluihin kysymyksiä pohdittiin ohjaajan kanssa ja päädyttiin siihen, että yleinen tilanne ihmisvirroista kauppakeskuksissa ja niiden mittaamisesta voisivat olla hyvä näkökulma. Kun haastattelut tehtiin ja litteroitiin, päästiin ajatuksellisesti lähemmäs oikeaa tutkimuskysymystä. Aluksi mietittiin taustoja eli miten kauppakeskus houkuttelee ihmisvirtaa. Jos ihmisvirtaa ei tule, ei tule myyntiä. Ihmisvirrat korreloivat kauppakeskuksen myyntiin. Jotta potentiaalia voidaan mitata, tarvitaan kävijälaskureita. Mitattua dataa voidaan hyödyntää monella tapaa. Lopuksi pohdittiin tekniikoiden ja sovellusten tulevaisuuden potentiaalia.

Ratkaisuehdotukset poimittiin sen perusteella, oliko niistä suurta merkitystä kauppakeskukselle myös tulevaisuudessa. Sensoreista tärkeimmäksi nousi kamera. Sen tarkkuus ja luotettavuus laskennassa on merkittävää ja kehittyy vielä tulevaisuudessa. Myös kasvojentunnistuskameroiden käyttö on tärkeä osa tulevaisuuden älykästä kauppakeskusta, sillä se toimii osana asiakaskokemuksen mittausta. WiFiseurannalla päästään selville ihmisvirtojen reitteihin kauppakeskuksessa. Sitä tietoa voidaan käyttää suunnitellessa uusien liikkeiden sijoittamista.

5G-yhteys tuo nopean datansiirto mahdollisuudet uudistuneisiin sensoreihin tulevaisuudessa. Jopa 10 kertaa nopeampi yhteys, kuin 4G, mahdollistaa 3 eri taajuuskaistaa. Tarpeenmukainen ilmastointi tulee toimimaan tulevaisuudessa kävijälaskentasensoreiden avulla. Nykypäivän hiilidioksidisensoreita tullaan käyttämään ilmastoinnin säädössä. Säättöön syötetään syötetään muuttujia, kuten haluttu lämpötila ja kosteus sekä hiidioksiditaso. Tarpeenmukaisella ilmastoinnilla päästään optimiin ilman vaihtoon ja energian säästöön.

Kiinteistön ylläpitoa ja valvontaa tullaan osittain korvaamaan roboteilla ja droneilla. Valvontaa ei tulla robotisoimaan, koska asiakkaat haluavat, että heidän turvallisuudestaan vastaavat ihmiset. Ylläpitotöissä robotit tulevat olemaan arkipäivää. Kauppakeskuksen liikkeiden vuokrat tullaan määräämään dynaamisesti. Siihen kuuluu perusosa ja menestysosa. Perusosa on kaikille sama, mutta menestysosasta maksetaan vuokraa tehdyn myynnin perusteella.

Tulevaisuudessa asiakaskokemusta mitataan ja se otetaan huomioon. Kauppakeskuksessa pyritään vaikuttamaan asiakkaiden tunteisiin tunnelman rakentamisen avulla. Tämä lisää positiivista asiakaskokemusta. Asiakaskokemusta voidaan mitata asiakastytyväisyyskyselyllä. Parhaiten tähän pääsee kohtaamalla asiakas kauppakeskuksessa ja tekemällä kyselyn asiakastytyväisyydestä. Liikkeet mittaavat asiakastytyväisyyttä esimerkiksi HappyOrNot-laitteen avulla liikkeiden uloskäynneillä. Yksi vaihtoehto on laittaa demograpfa-kamerat mittaamaan uloskäyntejä lähestyviä asiakkaita ja mittaamalla mielialaa kasvojen piirteistä ja ilmeistä .

Ihmisvirtasensoreita voi käyttää kauppakeskusten lisäksi toimistorakennuksissa, kaupunkien keskustoissa, kirjastoissa, laskettelurinteissä, elokuvateattereissa, ristei-

lylaivoissa ja muissa paikoissa, missä on paljon vaihtelevaa ihmisvirtaa ja missä ihmisvirtadataa voidaan hyödyntää myynnin ennustamisessa ja markkinoinnissa.

Tämä diplomityö käsitteli ihmisvirtojen mittaamista kauppakeskuksessa, ihmisvirtadatan sovelluksia, ihmisvirtojen syitä ja vaikutusta myyntiin. Lopuksi käsiteltiin haastatteluista saatuja ratkaisuehdotuksia ja niiden tulevaisuuden potentiaalia.



## 6 Lähdeluettelo

### Viitteet

- [1] Juha-Matti Kuusinen, Janne Sorsa, Marja-Liisa Siikonen, Henri Hakonen, and Harri Ehtamo. People flow in buildings, 2017.
- [2] Veysel Yilmaz. Consumer behavior in shopping center choice. *Social Behavior and Personality: an international journal*, 32(8):783–790, 2004.
- [3] Taloustutkimus Oy. Pääkaupunkiseudun kauppakeskukset 2018, 2018.
- [4] Jussi Kuutti, Kim H. Blomqvist, Raimo E. Sepponen, Jaeyoung Kwak, and Iisakki Kosonen. Performance of commercial over-head camera sensors in recognizing patterns of two and three persons: A case study. *2013 IEEE Jordan Conference on Applied Electrical Engineering and Computing Technologies (AEECT)*, 2013.
- [5] Jussi Kuutti. *User-adaptive environment - Feasibility of sensors and applications for improving indoor energy efficiency, comfort and well-being*. Number 26 in Aalto University publication series DOCTORAL DISSERTATIONS. Aalto University, 2015. Supervisor: Sepponen, Raimo, Prof., Aalto University, Department of Electrical Engineering and Automation, Finland Advisor: Sepponen, Raimo, Prof., Aalto University, Department of Electrical Engineering and Automation, Finland.
- [6] Jussi Kuutti. Testijärjestely ihmisvirtasensorien vertailua varten; a test setup for comparison of people flow sensors. Lisensiaatintyö, 2012.
- [7] Jussi Kuutti, Petri Saarikko, and Raimo E. Sepponen. Real time building zone occupancy detection and activity visualization utilizing a visitor counting sensor network. *2014 11th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*, 2014.
- [8] Jussi Kuutti, Kim Blomqvist, and Raimo Sepponen. Evaluation of visitor counting technologies and their energy saving potential through demand-controlled ventilation. *Energies*, 7(12):1685–1705, 2014.
- [9] Semen Uimonen. Energy consumption of escalators. diplomityö, 2015-05-11.
- [10] Jacob Fraden. *Handbook of modern sensors: physics, designs, and applications*. Springer Science & Business Media, 2004.
- [11] Emi Mathews and Axel Poigné. Evaluation of a "smart"pedestrian counting system based on echo state networks. *EURASIP J. Embedded Syst.*, 2009:8:1–8:9, January 2009.
- [12] Charles Raab and Ivan Szekely. Data protection authorities and information technology. *Computer Law Security Review*, 33(4):421 – 433, 2017.

- [13] Fanping Bu, Ryan Greene-Roesel, Mara Chagas Diogenes, and David R Ragland. Estimating pedestrian accident exposure: Automated pedestrian counting devices report. Institute of transportation studies, research reports, working papers, proceedings, Institute of Transportation Studies, UC Berkeley, 2007.
- [14] Dietmar Bauer, Norbert Brändle, Stefan Seer, Markus Ray, and Kay Kitazawa. *Measurement of Pedestrian Movements: A Comparative Study on Various Existing Systems*, page 325. Emerald Group Publishing, 2009.
- [15] Raghuram Dharmaraju, David Noyce, and Joshua D Lehman. An evaluation of technologies for automated detection and classification of pedestrians and bicycles. 01 2002.
- [16] Murata Electronics. <https://www.murata.com/en-eu/products/sensor/infrared>. Infrared sensors, 2018.
- [17] Ching-Yao Chan and Fanping Bu. Literature review of pedestrian detection technologies and sensor survey. 2005.
- [18] Gordon Cessford and Andreas Muhar. Monitoring options for visitor numbers in national parks and natural areas. *Journal for nature conservation*, 11(4):240–250, 2003.
- [19] AXIS Communication. <https://www.axis.com/en-fi/products/axis-people-counter>. Axis people counter, 2018.
- [20] Murata Electronics. <https://www.murata.com/products/sensor/ultrasonic>. Ultrasonic sensors, 2018.
- [21] Gordon Cessford, Stuart Cockburn, and Murray Douglas. Developing new visitor counters and their applications for management. *Monitoring and management of visitor flows in recreational and protected areas*, pages 14–20, 2002.
- [22] Thomas B Moeslund, Adrian Hilton, and Volker Krüger. A survey of advances in vision-based human motion capture and analysis. *Computer vision and image understanding*, 104(2-3):90–126, 2006.
- [23] Antti Kananen. Asiakasvirtoihin reagoiva medianäyttöjärjestelmä.
- [24] Jörg Müller, Juliane Exeler, Markus Buzeck, and Antonio Krüger. Reflective-signs: Digital signs that adapt to audience attention. In *International Conference on Pervasive Computing*, pages 17–24. Springer, 2009.
- [25] Clear Channel. <http://clearchannel.fi/ratkaisut/shopping-digital>. Shopping digital, 2018.
- [26] Borut Batagelj, Robert Ravník, and Franc Solina. Computer vision and digital signage. 2008.

- [27] Lorenz Schauer, Martin Werner, and Philipp Marcus. Estimating crowd densities and pedestrian flows using wi-fi and bluetooth. In *Proceedings of the 11th International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Computing, Networking and Services*, pages 171–177. ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering), 2014.
- [28] Wanda Presthus and Linda Andersen. Information privacy from a retail management perspective. 2017.
- [29] Kai-Lung Hui, Hock Hai Teo, and Sang-Yong Tom Lee. The value of privacy assurance: an exploratory field experiment. *Mis Quarterly*, pages 19–33, 2007.
- [30] Mary J Culnan and Pamela K Armstrong. Information privacy concerns, procedural fairness, and impersonal trust: An empirical investigation. *Organization science*, 10(1):104–115, 1999.
- [31] Sue Conger, Joanne H Pratt, and Karen D Loch. Personal information privacy and emerging technologies. *Information Systems Journal*, 23(5):401–417, 2013.
- [32] Yolande E Chan and Kathleen E Greenaway. Theoretical explanations for firms’ information privacy behaviors. *Journal of the Association for Information Systems*, 6(6):7, 2005.
- [33] H Jeff Smith, Tamara Dinev, and Heng Xu. Information privacy research: an interdisciplinary review. *MIS quarterly*, 35(4):989–1016, 2011.
- [34] H Jeff Smith. Privacy policies and practices: inside the organizational maze. *Communications of the ACM*, 36(12):104–122, 1993.
- [35] France Bélanger and Robert E Crossler. Privacy in the digital age: a review of information privacy research in information systems. *MIS quarterly*, 35(4):1017–1042, 2011.
- [36] Richard O Mason. Four ethical issues of the information age. In *Computer Ethics*, pages 41–48. Routledge, 2017.
- [37] Sean Meyn, Amit Surana, Yiqing Lin, Stella M Oggianu, Satish Narayanan, and Thomas A Frewen. A sensor-utility-network method for estimation of occupancy in buildings. In *Decision and Control, 2009 held jointly with the 2009 28th Chinese Control Conference. CDC/CCC 2009. Proceedings of the 48th IEEE Conference on*, pages 1494–1500. IEEE, 2009.
- [38] Vasu Parameswaran, Vinay Shet, and Visvanathan Ramesh. Design and validation of a system for people queue statistics estimation. In *Video Analytics for Business Intelligence*, pages 355–373. Springer, 2012.
- [39] Uwe Stilla, Eckart Michaelsen, Uwe Soergel, Stefan Hinz, and HJ Ender. Airborne monitoring of vehicle activity in urban areas. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, 35(B3):973–979, 2004.

- [40] Dietmar Bauer, Markus Ray, and Stefan Seer. Simple sensors used for measuring service times and counting pedestrians: Strengths and weaknesses. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2214):77–84, 2011.
- [41] Darcy Bullock, Ross Haseman, Jason Wasson, and Robert Spitler. Automated measurement of wait times at airport security: deployment at indianapolis international airport, indiana. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2177):60–68, 2010.
- [42] Yan Wang, Yingying Chen, Jie Yang, Hongbo Liul, Marco Gruteser, and Richard P. Martin. A low-cost wi-fi-based solution for measuring human queues. *GetMobile: Mobile Comp. and Comm.*, 19(1):10–13, June 2015.
- [43] John Murphy. Using time-of-day scheduling to save energy. *ASHRAE journal*, 51(5):42, 2009.
- [44] PE Guopeng Liu PhD. Occupancy based control strategy for variable-air-volume (vav) terminal box systems. *ASHRAE Transactions*, 117:244, 2011.
- [45] William J Fisk and Anibal T De Almeida. Sensor-based demand-controlled ventilation: a review. *Energy and buildings*, 29(1):35–45, 1998.
- [46] Nabil Nassif. A robust co2-based demand-controlled ventilation control strategy for multi-zone hvac systems. *Energy and buildings*, 45:72–81, 2012.
- [47] Yunqing Fan, Keiji Kameishi, Shigeki Onishi, and Kazuhide Ito. Field-based study on the energy-saving effects of co2 demand controlled ventilation in an office with application of energy recovery ventilators. *Energy and buildings*, 68:412–422, 2014.
- [48] Martin Berger and Alistair Armitage. Room occupancy measurement using low-resolution infrared cameras. 2010.
- [49] Juha-Matti Kuusinen et al. People flow in buildings–evacuation experiments and modelling of elevator passenger traffic. 2015.
- [50] Harri Ehtamo, Simo Heliövaara, Timo Korhonen, and Simo Hostikka. Game theoretic best-response dynamics for evacuees’exit selection. *Advances in Complex Systems*, 13(01):113–134, 2010.
- [51] Chris Cocking, John Drury, and Steve Reicher. The psychology of crowd behaviour in emergency evacuations: Results from two interview studies and implications for the fire and rescue services. *The Irish Journal of Psychology*, 30(1-2):59–73, 2009.
- [52] J. Kuutti, R. E. Sepponen, and P. Saarikko. Escalator power consumption compared to pedestrian counting data. In *2013 International Conference on Applied Electronics*, pages 1–4, Sept 2013.